



## SKRIPSI

# AKTIVITAS BIOLOGI *Actinomyces* sp. PADA OPTIMALISASI MEDIA PERTUMBUHAN TERBAIK

© Hak cipta milik U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Oleh:

**SONIA INDRIANI**  
11682200139

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2021



## SKRIPSI

# AKTIVITAS BIOLOGI *Actinomyces* sp. PADA OPTIMALISASI MEDIA PERTUMBUHAN

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

**SONIA INDRIANI**  
11682200139

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN DAN PETERNAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2021**



## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Aktivitas Biologi *Actinomyces* sp. pada Optimalisasi Media Pertumbuhan  
 Nama : Sonia Indriani  
 NIM : 11682200139  
 Program Studi : Agroteknologi

Menyetujui,  
 Setelah diuji pada tanggal 4 Februari 2021

Pembimbing I

Ir. Mokhammad irfan M.Sc.  
 NIK. 130 817 114

Pembimbing II

Rita Elfianis, S.P., M.Sc.  
 NIK. 130 817 066

Mengetahui:

Dekan,  
 Fakultas Pertanian dan Peternakan



Syarif Kasim  
 NIP. 19730904 199903 1003

Ketua,  
 Program Studi Agroteknologi

Dr. Syukria Ikhlas Zam  
 NIP. 19810107 200901 1008

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta dilindungi UIN Suska Riau



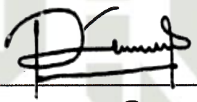


State Islamic University of Sultan Syarif Kasim





## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan tim penguji ujian Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan dinyatakan lulus pada tanggal 04 Februari 2021

No	Nama		Jabatan		Tanda Tangan	
	Yusmar Mahmud, S.P., M.Si		KETUA		1.	
	Ir. Mokhammad Irfan M. Sc.		SEKRETARIS		2.	
	Rita Elfianis, S.P., M.Sc		ANGGOTA		3.	
4	Dr. Syukria Ikhsan Zam		ANGGOTA		4.	
5	Novita Hera, S.P., M.P		ANGGOTA		5.	

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya berupa skripsi ini adalah asli yang merupakan hasil penelitian saya dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun (sarjana, tesis, disertasi dan sebagainya) baik di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni penelitian saya sendiri dengan arahan tim dosen pembimbing dan hak publikasi di tangan penulis dan pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pula di daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan saya ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma hukum yang berlaku di perguruan tinggi dan Negara Republik Indonesia.

Pekanbaru, September 2020

Yang membuat pernyataan,



Sonia Indriani

NIM. 11682200139

UIN SUSKA RIAU

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## PERSEMBAHAN

Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu  
Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah Bacalah, dan Tuhanmulah  
Yang Maha Mulia yang mengajar manusia dengan pena, Dia mengajarkan  
Manusia apa yang tidak diketahuinya (QS: Al-'Alaq 1-5)  
Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ? (QS: Ar Rahman 13)  
Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang  
yang diberi ilmu beberapa derajat (QS: Al-Mujadilah 11)

*Alhamdulillah, Segala puji dan syukur kupersembahkan bagi sang penggendang langit dan bumi,  
dengan Rahman dan Rahim-Nya yang menghampar melebihi luasnya angkasa raya. Dzat yang  
menganugerahkan kedamaian bagi jiwa-jiwa yang senantiasa merindu akan kemaha besaran-Nya.  
Lantunan sholawat beriring salam penggugah hati dan jiwa, menjadi persembahan penuh  
kerinduan pada sang revolusioner Islam, pembangun peradaban manusia yang beradab Habibana  
wanabiyana Muhammad Shalallahu Alaihi Wasallam...*

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu  
urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmu lah  
hendaknya kamu berharap”  
(QS: Al Insyirah 6-8)

Ibuku tersayang ....  
Do'a mu menjadikan ku bersemangat, Kasih sayang mu yang membuatku menjadi kuat  
Melalui ragam cobaan, menghadapi halangan dan rintangan

Ayahku tercinta ....  
Petuah mu bak pelita, menuntun ku di jalan-Nya  
Teladan mu adalah panutan dalam setiap laku dan sikap ku

Kini ....

Dengan segenap kasih sayang dan Diiringi Do'a yang tulus ku persembahkan  
Karya tulis ini kepada Ayahanda (Nurdin), Ibunda (Asmiwati), dan Adikku tercinta Naura  
Januasdi. Terimakasih atas cinta, do'a dan semangat yang tak terkira hingga aku mampu  
menyelesaikan amanah ini.

*Untuk ribuan tujuan yang harus dicapai, untuk jutaan impian yang akan dikejar,  
untuk sebuah pengharapan, agar hidup jauh lebih bermakna, hidup tanpa mimpi  
ibarat arus sungai. Mengalir tanpa tujuan. Teruslah belajar, berusaha, dan  
berdoa untuk menggapainya.*

Penulis,  
Sonia Indriani





## UCAPAN TERIMA KASIH

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

*Alhamdulillahirabbil'alamin*, segala puji bagi Allah *Subbahanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat beriring salam untuk junjungan kita Baginda Rasulullah Muhammad *Shalallahu Alaihi Wasallam*.

Skripsi yang berjudul “Aktivitas Biologi *Actinomyces* sp. pada Optimalisasi Media Pertumbuhan”. Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini tak lupa penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Orang tua penulis ayahanda Ahmad Delawangsa dan Ibunda Linda Fitriani, atas segala pengorbanan yang telah dilakukan, atas doa dan restu yang selalu mengiringi langkah penulis. Semoga Allah *Subbahanahu Wa Ta'ala* selalu melindungi, serta membalas dan meridhoi segala pengorbanan yang telah diberi kepada penulis.
2. Bapak Edi Erwan, S.Pt., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Irwan Taslapratama, M.Sc., selaku Wakil Dekan I, Ibu Dr. Triani Adelina, S.Pt., M.P., selaku Wakil Dekan II dan Bapak Dr. Arsyadi Ali, S.Pt., M.Agr., selaku Wakil Dekan III Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Dr. Syukria Ikhsan Zam, selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, sekaligus sebagai penguji I yang memberikan arahan dalam penulisan skripsi dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ahmad Taufik Arminudin, S.P., M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

6. Bapak Yusmar Mahmud, S.P., M.Si selaku Ketua Sidang yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik dari sebelumnya.
7. Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc., selaku pembimbing I yang memberikan ide, arahan dan motivasi dengan tidak bosan-bosannya kepada penulis hingga selesainya penulisan skripsi ini.
8. Ibu Rita Elfianis S.P., M.Sc., selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing 2 yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik dari sebelumnya.
9. Ibu Novita Hera, S.P., M.P., selaku penguji 2 yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik dari sebelumnya.
10. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Agroteknologi dan staf Fakultas Pertanian dan Peternakan yang memberikan ilmu serta kemudahan penulis selama berkuliah di Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Sultan Syarif Kasim Riau.
11. Balai Benih Induk Marpoyan Pekanbaru yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk penulis melakukan praktek kerja lapang. Semua staf, pekerja harian dan teman-teman praktek kerja lapang yang telah memberikan ilmu, semangat, dan waktunya sehingga penelitian penulis selesai dengan lancar.
12. Sahabat yang banyak membantu selama melaksanakan penulisan skripsi baik bantuan secara materil maupun non materil Nurhayati Alam, Devi Aulia Nanti, Nesi Melianti, dan Yena Indira Dewi yang selalu memberikan motivasi dalam segala hal selama penelitian. Terimakasih untuk waktu, kebersamaan dan nasehat yang berharga.
13. Sahabat yang telah menemani dan memberi motivasi serta terus menemani hingga saat ini selama bertahun-tahun Desmita Sari, S.Sos., Sistami Khoirunisa, S.Pd., Lusi Ratna Sari, S.Ap., semoga kebersamaan tetap terjaga meski jarak memisahkan kita.





#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

14. Sahabat from KKN to Family yang selalu memberikan motivasi dan setia mendengar keluh kesah Aulia Rahmi, S.H, dan Hafiza Nur Husna S.Sos., semoga kita segera bertemu kembali.

15. Tim penelitian Lab PEM dan teman yang telah membantu pelaksanaan penelitian Ali Murobi, Fhia Fadillah, Nadya Ulfa, Deni Asmita, Velly Akhriani, Fitriana, Alya Tiasma Simbolon, S.P., Rizki Anggi Arruchi S.P., Yudi Mochtisar, S.Pt., Dicky Ramadhani, S.P., yang selalu memberikan doa, semangat dan bantuan yang luar biasa untuk penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

16. Sahabat keluarga besar local B angkatan 2016. Terimakasih untuk kebersamaan dan kekeluargaan selama ini, semoga ukhuwah tetap terjalin baik hingga nanti.

17. Semua teman-teman angkatan 2016 yang belum bisa penulis sebut serta senior beserta junior yang belum sempat penulis tulis yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis baik pada saat perkuliahan maupun pada saat penyusunan skripsi ini.

18. Keluarga besar tim AALB Devi Aulia Yanti, Nurhayati Alam, Agus Zulfadli, Deni Asmita, Nesi Melianti, dan Niza Atriana, S.Psi., yang selalu ada disaat suka dan duka, terimakasih untuk kebersamaan dan kekeluargaan selama ini, semoga ukhuwah tetap terjalin baik hingga nanti.

19. Teman-teman KKN Desa Mandiangin tahun 2019, yang telah memberikan do'a, semangat dan motivasi pada penulis.

Penulis berharap semoga segala hal yang telah diberikan kepada penulis ketika berkuliah akan dibalas Allah *Subbahanahu Wata'ala*, dan dimudahkan segala urusan.

*Wasalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Pekanbaru, Februari 2021

UIN SUSKA RIAU

Penulis



## RIWAYAT HIDUP



Sonia Indriani dilahirkan pada tanggal 1 Agustus 1997 di Solok, Sumatra Barat. Lahir dari pasangan Bapak Ahmad Delawangsah dan Ibu Linda Fitriani dan merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Mengawali pendidikan dasar pada tahun 2004 di SDN 033, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru, Riau dan lulus pada tahun 2010.

Pada tahun 2010 melanjutkan pendidikan ke SMPN 8, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau dan lulus pada tahun 2013. Kemudian pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di MAN 1, Kota Pekanbaru, Riau dan lulus pada tahun 2016.

Pada tahun 2016 melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN), penulis diterima menjadi mahasiswa pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Pada Bulan Juli sampai dengan Agustus 2018 melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Balai Benih Induk Hortikultura, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Bulan Juli sampai dengan Agustus 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mandiangin, Kecamatan Minas, Kabupaten Siak, Riau.

Penulis melaksanakan penelitian bulan Januari sampai dengan bulan April 2020 dengan judul penelitian “Aktivitas Biologi *Actinomyces* sp. pada Optimalisasi Media Pertumbuhan”. di bawah bimbingan Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc. dan Ibu Rita Elfianis, S.P., M.Sc.

Pada 04 Januari 2021 penulis dinyatakan lulus dan berhak menyandang gelar Sarjana Pertanian melalui sidang tertutup Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

©

UIN SUSKA RIAU

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

UIN SUSKA RIAU





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* karena berkat segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Aktifitas Biologi *Actinomyces* sp pada Optimalisasi Media Pertumbuhan”. Penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Mokhamad Irfan, M.Sc. sebagai dosen Pembimbing I dan Ibu Rita Elfianis, SP., M.Sc. sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberi bimbingan, petunjuk dan motivasi sampai selesainya skripsi penelitian ini. Kepada seluruh rekan-rekan yang telah banyak membantu penulis di dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terimakasih dan semoga mendapat balasan dari Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* untuk kemajuan kita semua dalam menghadapi masa depan nanti.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan penulisan skripsi penelitian ini. Semoga skripsi penelitian ini bermanfaat bagi kita semua untuk masa kini maupun untuk masa yang akan datang.

Pekanbaru, Februari 2021

Penulis

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## AKTIVITAS BIOLOGI *Actinomyces* sp. PADA OPTIMALISASI MEDIA PERTUMBUHAN

Sonia Indriani (11682200139)

Di bawah bimbingan Mokhammad Irfan dan Rita Elfianis

### INTISARI

*Actinomyces* sp. merupakan bakteri yang berpotensi sebagai bakteri pelarut fosfat dan agen biokontrol. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor pertumbuhan yang optimal pada media perbanyakan inokulum sel bakteri *Actinomyces* sp. serta menguji kemampuan aktifitas bakteri pelarut fosfat dan sebagai agen biokontrol. Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Januari – Maret 2020 di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Metode penelitian dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif dan data disajikan dalam bentuk tabel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media fermentasi optimal sumber karbon adalah gula pasir (20 g/l), sumber nitrogen terbaik berasal dari kaldu daging sapi (200 ml/l) dan sumber inducer berasal dari dedak (20 g/l) selama 12 jam. Perbandingan hasil uji bakteri pelarut fosfat diperoleh bahwa bakteri *Actinomyces* sp sebelum dan setelah perlakuan perlakuan memiliki kemampuan yang relatif sama, sedangkan pada uji agen biokontrol didapati daya hambat bakteri setelah perlakuan memiliki nilai yang lebih tinggi yaitu 59%.

Kata kunci : *Actinomyces* sp, biofertilizer, BPF, agen biokontrol





## BIOLOGICAL ACTIVITIES OF *Actinomyces sp.* ON THE OPTIMIZATION OF GROWTH MEDIA

Sonia Indriani (11682200139)

Under the guidance of Mokhammad Irfan and Rita Elfianis

### ABSTRACT

*Actinomyces sp. is a bacteria that has the potential as a phosphate solubilizing bacteria and a biocontrol agent. The purpose of this study was to determine the optimal growth factors in the cell inoculum propagation medium of Actinomyces sp. and testing the activity of phosphate solubilizing bacteria and as a biocontrol agent. This research was conducted from January to March 2020 at the Laboratory of Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science, Faculty of Agriculture and Animal Husbandry, State Islamic University Sultan Syarif Kasim Riau. The research method used is descriptive quantitative method and the data is presented in tabular form. The results of this study indicate that the optimal fermentation medium for carbon sources is sugar (20 g/l), the best nitrogen source comes from beef broth (200 ml/l) and the inducer source comes from bran (20g/l) in 12 hours. Comparison of the results of the phosphate solubilizing bacteria test showed that the Actinomyces sp. bacteria before and after the treatment had relatively the same ability, while the biocontrol agent test showed that the inhibition of bacteria after treatment had a higher value 59%.*

**Keywords:** *Actinomyces sp., biofertilizer, BPF, biocontrol agent*



## DAFTAR ISI

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
INTISARI.....	ii
ABSTRACT .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR SINGKATAN .....	vii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. <i>Actinomyces</i> .....	4
2.2. Pertumbuhan Bakteri.....	6
2.3. Fase Pertumbuhan Bakteri .....	8
2.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri.....	9
2.5. Sumber Nutrisi .....	13
2.6. Manfaat <i>Actinomyces</i> .....	16
III. MATERI DAN METODE.....	21
3.1. Tempat dan Waktu .....	21
3.2. Bahan dan Alat.....	21
3.3. Metode Penelitian .....	21
3.4. Pelaksanaan Penelitian .....	21
3.4. Parameter.....	24
3.4. Analisis Data.....	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
4.1. Optimalisasi Sumber Karbon .....	28
4.2. Optimalisasi Sumber Nitrogen .....	29
4.3. Optimalisasi Sumber Inducer .....	30
4.4. Hasil Uji Antagonis .....	30
4.5. Hasil Uji Bakteri Pelarut Fosfat .....	32
V. PENUTUP .....	34
5.1. Kesimpulan .....	34
5.2. Saran .....	34
DAFTAR PUSTAKA .....	35
LAMPIRAN .....	43





## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
4.1	Jumlah Bakteri Perlakuan Karbon .....	28
4.2	Jumlah Bakteri Perlakuan Nitrogen .....	29
4.3	Jumlah Bakteri Perlakuan Inducer .....	30
4.4	Hasil Uji Antagonis .....	31
4.5	Hasil Uji Bakteri Pelarut Fosfat .....	32

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

### Halaman

3.1	Pembuatan Agar Miring.....	22
3.2	Metode Pengenceran.....	25
3.3	Cara Menghitung IKF .....	26
3.4	Skema Pengukuran Uji Daya Hambat.....	27
4.1	Jumlah Bakteri Perlakuan Karbon.....	28
4.2	Jumlah Bakteri Perlakuan Nitrogen.....	29
4.3	Jumlah bakteri Perlakuan Inducer.....	30
4.4	Hasil Uji Antagonis.....	31
4.5	Hasil Uji Bakteri Pelarut Fosfat.....	32

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

°C BPE dDNA Km mm NA NB NaCl mg ml P g l CFU IKF DH pH Rpm

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## DAFTAR SINGKATAN

Derajat Celcius  
 Bakteri Pelarut Fosfat  
 Dan Kawan-kawan  
*Deoxyribose Nucleic Acid*  
 Kilometer  
 Milimeter  
*Nutrient Agar*  
*Nutrient Broth*  
 Natrium klorida  
 Milligram  
 Mililiter  
 Fosfat  
 Gram  
 Liter  
*Coloni Forming Unit*  
 Indeks Kelarutan Fosfat  
 Daya Hambat  
*Potential of Hydrogen*  
*Rotation per Minute*



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Actinomyces* sp. merupakan kelompok bakteri yang terdistribusi luas di tanah, serasah, air dan sumber-sumber alami yang lain, bahkan di lingkungan yang ekstrem sekalipun. *Actinomyces* dikelompokkan ke dalam bakteri Gram positif, memiliki kandungan Guanin (G) dan Citosin (C) yang tinggi di dalam DNA-nya (>55%) dan dibandingkan dengan kelompok bakteri lain mempunyai perbedaan yang istimewa yaitu mengalami pembelahan morfologis yang kompleks dan menghasilkan berbagai produk senyawa bioaktif (Hamdali *et al.*, 2008).

*Actinomyces* merupakan bakteri yang keberadaannya menguntungkan, yaitu termasuk dari sebagian besar mikrobia tanah yang berpotensi sebagai *biofertilizer*, terutama mikrobia yang hidup pada daerah perakaran (*rhizosphere*). Salah satu di antaranya adalah mikrobia pelarut fosfat (*Actinomyces* sp). Mikrobia tersebut telah terbukti mempunyai kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Widawati *et al.*, 2006). Aplikasi bakteri *Actinomyces* bersama *Fungi Mikoriza Arbuscula* (FMA) diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dimana mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan meningkatkan waktu perkecambahan pada tanaman jagung (Inderiati *et al.*, 2015). Ini juga didukung oleh pengatur pertumbuhan tanaman seperti hormon auksin, sitokinin dan giberelin yang diproduksi oleh *Rhizobacteria* dan *Actinomyces* yang hidup di dalam tanaman (Patten & Glick., 1995).

*Actinomyces* termasuk golongan bakteri pengoksidasi amonia yang bersifat autotrof, yaitu kelompok bakteri yang terutama berperan dalam proses oksidasi amonia menjadi nitrit pada siklus nitrogen, juga pada proses peruraian nitrogen dalam sistem pengolahan limbah cair. Bakteri autotrof yang berperan dalam oksidasi amonia menjadi nitrit adalah *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, *Actinomyces* dan *Nitrosovibrio* (Sylvia *et al.*, 1990). Menurut Abidin (2015) bahwa bakteri *Actinomyces* diketahui memiliki senyawa antifungal yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen dan menghambat pertumbuhan jamur jamur tersebut. Potensi senyawa antifugal merupakan salah satu bentuk pemanfaatan bahan alami sebagai fungisida hayati untuk menghambat





#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pertumbuhan jamur yang merugikan pada pertanian seperti jamur *Fusarium* spp yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman dan potensi ini dimiliki oleh *Actinomyces* sp (Sari, 2015). Menurut penelitian Inderiati (2015) bahwa *Actinomyces* yang diaplikasikan bersama *Glomus* sp. mampu melindungi tanaman jagung melawan cendawan *Rhizoctonia solani* dan kombinasi *Fungi Mikoriza Arbuscula* (FMA) dan *Actinomyces* mampu menekan tingkat serangan pathogen *R. solani* 60%-70%.

Sebagian besar mikrobia tanah berpotensi sebagai bio-fertilizer, terutama mikrobia yang hidup pada daerah perakaran (*rhizosphere*). Salah satu diantaranya adalah mikrobia pelarut fosfat (*Actinomyces* ). Mikrobia tersebut telah terbukti mempunyai kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Widawati dan Suliasih., 2000). Mekanisme peningkatan ini tidak diketahui secara pasti, tetapi diduga melibatkan proses yang kompleks termasuk disolusi senyawa polipeptida, oksidasi, dan reduksi. Proses dekomposisi terjadi secara biologi, fisika, dan kimia. Proses pembusukan limbah secara aerobik memerlukan mikroba pengurai seperti fungi, yeast, dan *Actinomyces* sp (Suryariani, 2002)

Menurut penelitian Hajoeningtjas (2012) ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam rangka meningkatkan pertumbuhan mikrobia diantaranya nutrisi, pH, suhu, dan agitasi (kebutuhan O<sub>2</sub>) di mana hal tersebut berpengaruh secara langsung. Menurut Jumari (2009) pertumbuhan mikrobia agar optimal harus memperhatikan oksigen, suhu, pH, waktu, dan nutrisi.

Menurut Wulandari (2020) untuk optimasi suhu dan optimasi waktu pertumbuhan bakteri *Actinomyces* sp. dilakukan proses inkubasi pada suhu 34 °C selama kurang lebih 18-24 jam. Untuk optimasi pH didapati bahwa pH 9 merupakan yang terbaik untuk pertumbuhan bakteri *Actinomyces* sp.

Optimalisasi produksi sel *Actinomyces* dapat dilakukan dengan melihat waktu fermentasinya. Menurut penelitian Masda (2018) bahwa isolat aktif *Actinomyces* dapat membelah secara optimal saat dilakukan waktu fermentasi selama 24 jam selama 24 hari dengan suhu 28 °C. serta kecepatan agitasi 150 rpm.

Rentang pH yang paling cocok untuk perkembangbiakan *Actinomyces* sp adalah antara 6,5-8,0. Tanah yang tergenang air tidak cocok untuk pertumbuhan *Actinomyces*, sedangkan tanah gurun yang kering atau setengah kering dapat



mempertahankan populasi dalam jumlah cukup besar, karena adanya spora (Nohomura, 1971). Semakin meningkatnya kedalaman tanah maka persentase populasi mikrobial total *Actinomyces* juga semakin meningkat dengan suhu optimal untuk pertumbuhan antara 25–30 °C (Rao, 1994).

Perbanyakan inokulum sel bakteri *Actinomyces* sp dilakukan dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan mikroorganisme di dalam tanah, selain itu juga untuk memperkaya populasi mikroorganisme yang menguntungkan dalam bidang pertanian. Banyaknya mikroorganisme yang terkandung di dalam tanah juga dapat menjadi indikator kesuburan tanah.

Menurut Boerner (2003) *Actinomyces* memiliki kemampuan yang tinggi terhadap rekolonisasi karena disamping pertumbuhan yang relatif cepat, juga memiliki spora sebagai alat perkembang biakannya dan mampu bertahan dalam kondisi yang ekstrim. Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian optimalisasi produksi sel *Actinomyces* sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agen dekomposer, dan pupuk hayati, yaitu sebagai agen pelarut fosfat sekaligus agen biokontrol untuk jamur patogen dan pada akhirnya dapat diaplikasikan pada tanaman dan mengurangi dampak lingkungan akibat dari penggunaan pestisida dan pupuk kimia yang berlebihan.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan media pertumbuhan terbaik terhadap pertumbuhan dan aktivitas biologi *Actinomyces* sp.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai faktor optimal yang mempengaruhi pertumbuhan sel bakteri *Actinomyces* sp yaitu media tumbuh dan aktifitas biologi.

## 1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah pengaruh yang nyata berbagai sumber komposisi media dan pemberian berbagai jenis faktor terhadap perbanyakan inokulum sel bakteri *Actinomyces* sp. skala laboratorium.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bakteri *Actinomyces* sp.

Berdasarkan klasifikasinya, *Actinomyces* termasuk dalam kerajaan Bacteria di kelas *Schizomycetes*, anak kelas *Actinobacteridae*, bangsa *Actinomycetales* yang dikelompokkan lagi menjadi 13 anak bangsa yang terdiri dari 48 suku dengan 219 marga (Zhi *et al.*, 2009). Kelompok bakteri ini merupakan kelompok mikroorganisme yang mampu mendegradasi bahan organik tanah yang kompleks. Klasifikasi *Actinomyces* sp. adalah: Kerajaan : Bacteria, Filum : Actinobacteria, Kelas : Schizomycetes, Subkelas : Actinobacteridae, Bangsa : Actinomycetales. *Actinomyces* termasuk kelompok bakteri gram positif, memiliki filamen, pleomorfisme dan tumbuh dalam koloni bercabang-cabang luas dengan hifa dasar yang pendek dan sempit serta miselium yang berdiameter kecil berukuran 0.05-2  $\mu\text{m}$  (Dindal, 1990).

Bentuk koloni *Actinomyces* sp. bulat, elevasi timbul dan cembung, tepian rata dan tidak beraturan serta permukaan bertepung, licin, kasar, atau keriput. Warna koloninya juga bermacam-macam, bahkan ada koloni yang dapat mengubah warna medium serta menghasilkan bau menyerupai tanah yang disebut geomisin (Indriasari, 2000). *Actinomyces* sp umumnya bersifat aerob, namun ada beberapa famili yang dapat tumbuh secara anaerob seperti beberapa spesies dari famili *Actinomyces* sp, *Propionibacteriaceae*, dan *Sporichthceae* (Miyadoh, 2004).

*Actinomyces* merupakan bakteri yang bereproduksi dengan pembelahan sel, rentan terhadap penisilin, tetapi tahan terhadap zat antifungi (Rollin, 2000). Beberapa antibiotik yang dihasilkan oleh *Streptomyces*, yaitu *aureomycin* yang dihasilkan oleh *S. aureofaciens*, *Oleandomycin* (*S. antibioticus*), dan *spiramycin* (*S. ambofaciens*) (Dwidjoseputro, 1989). Habitat *Actinomyces* sp., terutama streptomyces adalah di tanah, bahkan 70% mikroorganisme yang ada di tanah adalah *Streptomyces* (Rao, 2001). Keberadaan *Actinomyces* dalam tanah telah banyak dikaji peneliti. Sebanyak 22 genus *Actinomyces* telah berhasil diisolasi dari sampel tanah yang berasal dari 12 tempat di Yunnan dan 91% diindikasikan sebagai *Streptomyces* (Jiang, 1990).



Sementara itu Runmao, *et al.* (1994) juga berhasil menemukan 4.520 *Actinomyces* pada sampel tanah yang berasal dari 34 lokasi ladang pertanian dan non pertanian di Cina bagian timur laut. Di Sabah juga telah ditemukan sebanyak 78 strain *Actinomyces* yang diisolasi dari tanah yang berasal dari 22 lokasi (Lo, *et al.*, 2002). Oskay (2004), berhasil menemukan 50 strain *Actinomyces* yang berbeda pada sampel ladang pertanian yang diambil dari daerah Manisa di Turki. Ternyata 34% dari keseluruhan isolat berpotensi sebagai penghasil anti biotik, dan 7 isolat menghasilkan antibiotik baru.

Penelitian Nedialkova (2005), juga berhasil menemukan 40 strain *Actinomyces* yang diisolasi dari Antartika. Setelah diujikan pada 7 spesies bakteri didapatkan hasil 60% strain berpotensi sebagai penghasil antibiotik, dan 10 strain mempunyai daya hambat dengan spektrum yang luas.

*Actinomyces* umumnya ditemukan pada substrat alam, seperti tanah, air (Ambarwati, 2010), kompos, danau, lumpur, debu, serasah (Debananda *et al.*, 2009), bahkan di lingkungan yang ekstrim sekalipun (Hamdali *et al.*, 2008). Keragaman dan jenis *Actinomyces* sangat dipengaruhi oleh faktor kimia, fisika dan biologi lingkungan di sekitarnya. Faktor krusial dalam menemukan jenis *Actinomyces* baru yang memiliki senyawa metabolit antimikrobial dilakukan melalui identifikasi lingkungan ekologi baru. Lingkungan ekologi baru diantaranya adalah lingkungan ekstrim seperti gurun pasir, dasar lautan, daerah es dan daerah hutan hujan tropis (Saadoun, 2003).

Khusus untuk daerah hutan hujan tropis, merupakan target lingkungan ekologi yang sangat menarik dalam eksplorasi *Actinomyces* penghasil senyawa metabolit tertentu. Hutan hujan tropis sangat memungkinkan ditemukannya keragaman dan populasi *Actinomyces* yang tinggi dan membuka peluang besar untuk memperoleh metabolit baru (Nurkanto *et al.*, 2010).

*Actinomyces* merupakan organisme kedua terbesarnya di dalam tanah dengan populasi  $10^6$  -  $10^7$  per gram tanah. *Actinomyces* menyusun 10-50% komunitas mikroba dalam tanah (Handayanto dan Hairiah, 2007). Namun, keberadaan aktinomiset menjadi 10 kali lebih banyak di tanah yang ditumbuhi tanaman dibandingkan dalam tanah tanpa tanaman (Islami dan Utomo, 1995). Kemampuan *Actinomyces* sebagai penghasil antibiotika sangat menarik perhatian.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Terdapat hampir 75 jenis senyawa antibiotika dibuat oleh *Actinomyces* (Handayanto dan Hairiah, 2007). Antibiotika merupakan produk metabolik yang dihasilkan suatu organisme tertentu, yang dalam jumlah amat kecil bersifat merusak atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain (Pelczar dan Chan, 1988).

*Actinomyces* merupakan transisi antara kapang dan bakteri karena bentuknya, sehingga disebut sebagai bakteri berhifa. *Nocardia* memiliki tekstur seperti beludru bila bersporulasi yang merupakan miseliumnya, warna koloni bagian bawah berwarna merah sedangkan tekstur koloni yang belum bersporulasi mengerut kerut di bagian tengah koloni, unisel, reversenya tidak berwarna.. *Nocardiosis* memiliki tekstur koloni seperti beludru, yang merupakan miseliumnya dan atas koloni berwarna putih dan bawah berwarna krem (Pujiati, 2014).

## 2.2. Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan adalah penambahan secara teratur semua komponen dari dalam sel hidup. Untuk organisme multiseluler pertumbuhan adalah peningkatan jumlah sel pada organisme. Organisme uniseluler (bersel tunggal) pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel, yang berarti juga penambahan jumlah mikroorganisme. Ukuran sel tergantung dari kecepatan pertumbuhan. Semakin baik zat nutrisi dalam substratnya mengakibatkan pertumbuhan sel semakin cepat dan ukuran sel semakin besar. Bakteri adalah sel prokariotik yang tumbuh dengan cara membelah biner. Kecepatan pertumbuhan mikroorganisme dipengaruhi nutrisi dalam medium, suhu, pengaruh aktivitas air, pH, dan oksigen (Suprihatin, 2010)

Kegiatan mikroba di pengaruhi oleh faktor-faktro lingkungan. Perubahan yang terjadi di lingkungan dapat mengakibatkan terjadinya perubahan sifat morfologi dan fisiologi jasad. Beberapa golongan jasad sangat resisten terhadap perubahan lingkungan karena dengan cepat melakukan adaptasi lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme yaitu, faktor biotik diantaranya interaksi antar mikroorganisme dan asosiasi mikroorganisme dengan tumbuhan dan faktor abiotik diantaranya suhu, kelembaban, pH, tekanan osmosi, ion-ion logam, iradiasi, serta komposisi medium (Hidayat *et al.*, 2006).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Kusmiati (2003) mengemukakan bakteri dapat dibedakan berdasarkan sumber makanannya, dibagi menjadi:

a. Bakteri Autotroph

Bakteri autotroph atau bakteri lithotrofik, yaitu bakteri yang dapat menghasilkan makanan sendiri, contohnya bakteri nitrifikasi, bakteri denitrifikasi, bakteri pengoksidasi belerang, bakteri pereduksi sulfat. Bakteri ini dibedakan lagi menjadi bakteri photoautotroph dan bakteri kemoautotrof. Bakteri photoautotroph adalah bakteri yang dapat menghasilkan makanan sendiri dengan sumber energi berasal dari sinar matahari, sedangkan bakteri kemoautotrof adalah bakteri yang dapat menghasilkan makanan sendiri dengan sumber energi berasal dari oksidasi bahan organik.

b. Bakteri Heterotroph

Bakteri heterotroph atau bakteri organotropik, yaitu bakteri yang mendapatkan makanan dari bahan organik atau sisa-sisa dari makhluk hidup lain, baik fauna maupun flora, dan baik makro maupun mikro. Bakteri ini dikelompokkan menjadi bakteri photoautotroph dan bakteri kemoautotrof. Bakteri photoautotroph adalah bakteri yang mendapatkan makanan dari bahan organik atau sisa-sisa makhluk hidup lain dengan sumber energi berasal dari sinar matahari. Bakteri kemoautotrof adalah bakteri yang mendapatkan makanan dari bahan organik dengan sumber energi yang digunakan berasal dari hasil oksidasi bahan organik.

Cara hidup bakteri ada yang parasitik, saprofitik, ada yang hidup bebas, dan menjadi patogen pada manusia, hewan dan tumbuhan. Tempat hidupnya berada pada tanah, tersebar luas dalam atmosfer (hingga  $\pm 10$  km di atas permukaan bumi), di dalam lumpur dan laut. Bakteri memiliki beragam bentuk seperti bentuk dasar bulat, batang dan lengkung. Bentuk bakteri juga dapat dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu. Bakteri dapat mengalami beberapa situasi seperti involusi, pleomorfi. Mengalami Involusi, yaitu perubahan bentuk yang disebabkan oleh faktor suhu, makanan dan lingkungan yang kurang optimal bagi bakteri, dan mengalami pleomorfi, yaitu bentuk yang bermacam-macam dan teratur walau ditumbuhkan pada syarat pertumbuhan yang sesuai. Umumnya bakteri berukuran  $0,5-10 \mu$  (Sumarsih, 2003).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### 2.3. Fase Pertumbuhan Bakteri

a.  Fase Adaptasi (Pertumbuhan Awal)

Fase ini juga di sebut dengan fase Lag. Fase ini bakteri baru menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, bermacam-macam enzim dan zat perantara dibentuk sehingga keadaannya memungkinkan terjadinya pertumbuhan lebih lanjut. Sel-selnya mulai membesar tetapi belum membelah diri (Suprihatin, 2010).

Fase ini juga bakteri mulai membelah diri dengan kecepatan yang rendah karena baru menyesuaikan diri. Lama fase ini bervariasi, tergantung pada komposisi media, suhu, aerasi, jumlah sel inokulum awal dan sifat fisiologis mikroorganisme pada media sebelumnya (Suprihatin, 2010).

## b. Fase Pertumbuhan Logaritma (Eksponensial)

Fase ini ditandai dengan terjadinya periode pertumbuhan yang cepat. Fase ini metabolisme sel paling aktif, sintesis bahan sel sangat cepat dengan jumlah konstan sampai nutrisi habis atau terjadinya penimbunan hasil metabolisme yang menghambat pertumbuhan (Sumarsih, 2003).

c. Fase Pertumbuhan Tetap (Stasioner)

Fase ini menunjukkan jumlah populasi sel tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Keseimbangan jumlah keseluruhan bakteri ini terjadi karena kadar nutrisi yang berkurang dan terjadi akumulasi produk toksik sehingga mengganggu pembelahan sel. Ukuran sel pada fase ini lebih kecil-kecil karena sel tetap membelah meskipun zat-zat nutrisi sudah berkurang (Suprihatin, 2010).

d. Fase Kematian

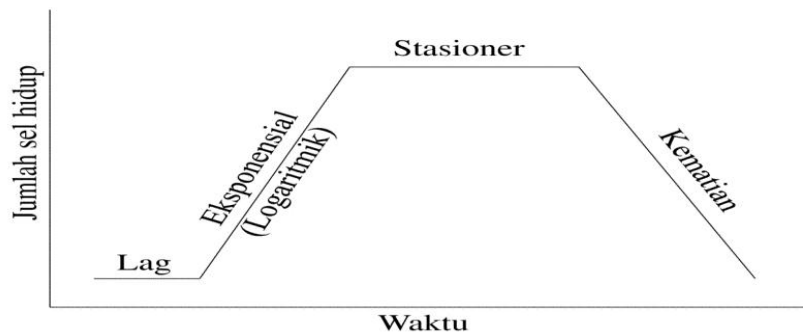
Pada fase ini mikroba mulai mengalami kematian karena nutrisi di dalam medium sudah habis, dan energi cadangan didalam sel sudah habis. Kecepatan kematian tergantung dari kondisi nutrient, lingkungan, dan jenis mikroba (Suprihatin, 2010). Kecepatan kematian sel terus meningkat sedang kecepatan pembelahan sel nol, sampai pada fase logaritma maka kecepatan kematian sel mencapai maksimal, sehingga jumlah sel hidup menurun dengan cepat, walau demikian penurunan jumlah sel hidup tidak mencapai nol, dengan jumlah minimum tertentu sel mikroba akan tetap bertahan sangat lama dalam medium tersebut (Sumarsih, 2003).



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Kurva Pertumbuhan Bakteri



Gambar 2.3 Kurva Pertumbuhan Bakteri (Sumarsih, 2003)

### 2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme yaitu suhu, konsentrasi substrat, waktu inkubasi, dan pH. Di dalam proses metabolisme terjadi suatu rangkaian reaksi kimia, dimana kenaikan temperatur sampai pada nilai batas tertentu, dapat mempercepat proses metabolisme. Tetapi temperatur tinggi melebihi temperatur maksimum akan menyebabkan denaturasi protein dan enzim. Hal ini akan mengakibatkan terhentinya metabolisme (Berdy, 2005).

Mikroorganisme dapat tumbuh jika kemampuan adaptasi mikroorganisme terhadap perubahan lingkungan sangat tinggi. Kemampuan ini dipengaruhi oleh tempat hidup awal mikroorganisme dan tempat mikroorganisme tersebut dikembangkan guna untuk pembelajaran (Jawetz *et.al.*, 2001).

#### 2.4.1. Derajat Keasaman (pH)

pH medium biakan juga mempengaruhi kecepatan pertumbuhan, untuk pertumbuhan bakteri juga terdapat rentang pH dan pH optimal. Untuk bakteri patogen pH optimalnya 7,2 – 7,6. Meskipun medium pada awalnya dikondisikan dengan pH yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tetapi, secara bertahap besarnya pertumbuhan akan dibatasi oleh produk metabolit yang dihasilkan mikroorganisme. Mikroorganisme tertentu yang hidup pada pH yang tinggi maka mikroorganisme ini tidak akan hidup pada pH yang rendah. Hal ini disebabkan adanya nilai pH yang tinggi maka mikroorganisme ini tidak akan dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme (Rao *et al.*, 1994).



Mikroorganisme fermentatif memperlihatkan rentang nilai pH yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikroorganisme yang menggunakan jalur respirasi. Mikroorganisme fermentatif, produksi produk fermentatif yang bersifat asam dan akumulasinya mengakibatkan gangguan keseimbangan pH dan pembatasan pertumbuhan. Sejumlah mikroorganisme meningkatkan mekanisme kompensasi untuk mencegah efek toksik dari akumulasi produk yang bersifat asam dan berkonsentrasi tinggi tersebut (Wibowo, 2012).

Setiap organisme memiliki kisaran pH optimum yang berbeda-beda. Setiap organisme memiliki kisaran pH optimum yang berbeda-beda. Mikroba umumnya menyukai pH netral (pH 7). Berdasarkan pH-nya mikroba dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu Mikroba asidofil atau asidofili adalah mikroba atau mikroorganisme yang dapat hidup dan berkembang biak secara optimal pada pH yang rendah dimana pH rendah termasuk pada tingkat yang asam. Biasanya mikroba asidofili hidup pada rentang pH 2-5, Mikroba mesofil atau neutrofil adalah mikroba atau mikroorganisme yang dapat hidup dan berkembang biak secara optimal pada rentang pH 5,5-8. Mikroba Basidofili atau alkalifilik adalah mikroba berkembang biak secara optimal pada pH pada rentang pH 8,4-9,5 (Sumarsih, 2003).

Derajat keasaman (pH) optimum untuk pertumbuhan bakteri pengoksidasi amonia yang bersifat autotrofik berkisar dari 7,5 sampai 8,5 (Ratledge, 1994). Sedangkan bakteri yang bersifat heterotrofik lebih toleran pada lingkungan asam, dan tumbuh lebih cepat dengan hasil yang lebih tinggi pada kondisi dengan konsentrasi DO rendah (Zhao *et al.*, 1999).

#### 2.4.2. Suhu

Setiap bakteri memiliki temperatur optimal dimana mereka dapat tumbuh sangat cepat dan memiliki rentang temperatur dimana mereka dapat tumbuh. Pembelahan sel sangat sensitif terhadap efek kerusakan yang disebabkan temperatur bentuk yang besar dan aneh dapat diamati pada pertumbuhan kultur pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur yang mendukung tingkat pertumbuhan yang sangat cepat. Semakin meningkatnya kedalaman tanah maka persentase populasi mikrobial total *Actinomyces* juga semakin meningkat dengan suhu optimal untuk pertumbuhan antara 25 –30 °C (Rao, 1994).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Berdasarkan rentang temperatur di mana dapat terjadi pertumbuhan, bakteri dikelompokkan menjadi tiga: (1) *Psikrofilik*, -5 °C sampai 30 °C, optimum pada 10-20 °C (2) *Mesofilik*, 10-45 °C, optimum pada 20-40 °C (3) *Termofilik*, 25-80 °C, optimum pada 50-60 °C. Temperatur optimal biasanya mencerminkan lingkungan normal mikroorganisme. Jadi, bakteri patogen pada manusia biasanya tumbuh baik pada temperatur 37 °C. Beberapa ketentuan mengenai pengaruh suhu terhadap kecepatan pertumbuhan sel, yaitu : (1) Pertumbuhan jasad renik terjadi pada suhu dengan kisaran kira-kira 30 °C (2) Kecepatan pertumbuhan jasad renik meningkat lambat dengan naiknya suhu sampai mencapai kecepatan pertumbuhan maksimum (3) Di atas suhu maksimum, kecepatan pertumbuhan menurun cepat dengan naiknya suhu (Wibowo, 2012).

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang paling penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup bakteri. Tingkatan suhu tidak semuanya cocok bagi pertumbuhan dan reproduksi organisme. Dengan demikian tinggi rendahnya suhu lingkungan sangat penting bagi organisme. Secara umum ada 4 kelompok pembagian mikroorganisme berdasarkan suhu lingkungan tempatnya hidup, yaitu psikrofilik, mesofilik, dan termofilik (Zubaidah, 2000).

Bakteri yang bersifat psikrofilik yaitu bakteri yang tumbuh baik pada suhu ruangan dan suhu rendah seperti *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila* (Vignolo et al., 2008), *Pseudomonas* sp. (Yin et al., 2007). Suhu pertumbuhan mikroorganisme mesofilik, yaitu mikroorganisme yang dapat tumbuh dan hidup secara optimal pada kisaran temperatur 25 °C-30 °C (Zubaidah, 2000). Mikroorganisme termofilik tumbuh baik pada suhu antara 55 °C dan 85 °C. Pertumbuhan minimum mikroorganisme ini sekitar 45 °C dan pertumbuhan optimal antara 55 °C dan 65 °C (Prescott, 2008).

#### 2.4.3. Ketersediaan Air

Sel jasad renik memerlukan air untuk hidup dan berkembang biak. Oleh karena itu, pertumbuhan jasad renik di dalam suatu makanan sangat dipengaruhi oleh jumlah air yang tersedia. Selain merupakan bagian terbesar dari komponen sel (70-80%), air juga dibutuhkan sebagai reaktan dalam berbagai reaksi biokimia. Beberapa kondisi atau keadaan di mana air tidak dapat digunakan oleh jasad renik yaitu : (1) Adanya solut dan ion dapat mengikat air dalam larutan. (2) Koloid

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



hidrofilik dapat mengikat air, sebanyak 3-4% agar dapat menghambat pertumbuhan bakteri dalam medium. (3) Air dalam bentuk kristal es tidak dapat digunakan oleh jasad renik (Fardiaz, 1992).

#### 2.4.4. Ketersediaan Oksigen

Kebutuhan oksigen pada bakteri tertentu mencerminkan mekanisme yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok (1) *Anaerob obligat* yang tumbuh hanya dalam keadaan tekanan oksigen yang sangat rendah dan oksigen bersifat toksik. (2) *Anaerob aerotoleran* yang tidak terbunuh dengan paparan oksigen. (3) *Anaerob fakultatif*, dapat tumbuh dalam keadaan *aerob* dan *anaerob*. (4) *Aerob obligat*, membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. (5) Bakteri *mikroaerofilik* yang tumbuh baik pada tekanan oksigen rendah, tekanan oksigen tinggi dapat menghambat pertumbuhan (Wibowo, 2012).

Bakteri *anaerobik* atau disebut *anaerob* adalah kelompok bakteri yang tidak dapat tumbuh dengan adanya oksigen. Bakteri *anaerobik* yang bersifat *aerotoleran* dapat tumbuh dengan baik pada permukaan yang mempunyai tekanan oksigen rendah tetapi bakteri yang bersifat *anaerobik obligat* dapat segera mati jika terkena oksigen (Fardiaz, 1993).

Bakteri aerob adalah mikroorganisme yang melakukan metabolisme dengan bantuan oksigen. Berdasarkan identifikasi bakteri dengan pewarnaan gram, maka didapatkan bakteri gram positif dan gram negatif. Bakteri yang termasuk dalam gram positif yaitu genus *staphylococcus*, *streptococcus*, dan lain-lain. Bakteri yang termasuk dalam gram negatif yaitu famili *pseudomonadaceae* (genus *pseudomonas*), *Enterobacteriaceae* (genus *Escherichia*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Alcaligenes*, dan lain-lain (Brooks, 2001).

Jeffrey dan Pommerville (2010) menyatakan bahwa *anaerob obligat*, pertumbuhan mikroba terhambat bahkan mati apabila terdapat oksigen. Hal ini berarti mereka membutuhkan cara lain untuk membentuk ATP. Beberapa jenis bakteri *anaerob* menggunakan sulfur pada aktivitas metabolismenya sebagai pengganti oksigen, dan menghasilkan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) dan air ( $H_2O$ ) sebagai hasil sampingan dari metabolismenya.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Bakteri pengurai memiliki batasan kemampuan menguraikan bahan organik dalam kondisi anaerob sehingga penguraian tidak dapat berlangsung secara sempurna. Proses penguraian bahan organik berlangsung secara aerob memerlukan oksigen terus-menerus dan dapat berlangsung pada kondisi anaerob ketika tidak terdapat oksigen. Oleh karena itu, mikroorganisme yang dapat melakukan penguraian bahan organik dalam kondisi aerob dan anaerob ialah bakteri anaerob fakultatif. Mikroorganisme yang dapat melakukan proses penguraian bahan organik dalam kondisi aerob dan anaerob ialah bakteri anaerob fakultatif bahwa proses penguraian bahan organik pada kondisi anaerob dikatakan tidak sempurna karena tidak menghasilkan karbondioksida dan air (Effendi, 2003).

#### 2.4.5 Kelembaban

Aktivitas mikroorganisme ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya suhu dan kelembaban. Umumnya proses pengomposan dilakukan oleh mikroba, semakin banyak mikroba yang aktif semakin cepat proses pengomposan. Mikroba dapat bekerja secara optimal pada suhu antara  $\pm 45^{\circ}\text{C}$  selama beberapa minggu tergantung jumlah bahan yang digunakan. Apabila suhu terlalu tinggi mikroba akan mati, sebaliknya jika suhu terlalu rendah mikroba akan berhenti bekerja. Kelembaban ideal pada proses pengomposan ialah pada persentase  $\pm 60\%$ . Kelembaban yang tidak sesuai dapat menyebabkan mikroba tidak berkembang bahkan mati (Roza, 2014).

Pengeringan merupakan salah satu proses yang dilakukan guna menurunkan kadar air pada tanaman sampai dibawah 10%, dengan ini maka proses pembusukan akibat mikroba dan aktivitas metabolisme enzim pendegradasi akan diminimalisir sehingga tanaman yang telah dipanen lebih awet dan dapat disimpan dalam jangka waktu relatif lama dimana pengeringan dengan kadar kelembaban dibawah 10% tidak memungkinkan bagi mikroorganisme untuk hidup. (Rasimmalek & Goli, 2013).

#### 2.5 Sumber Nutrisi

Dalam bidang mikrobiologi untuk menumbuhkan dan mempelajari sifat-sifat mikroorganisme diperlukan suatu media sebagai tempat pertumbuhan





mikroorganisme. Media pertumbuhan harus memenuhi persyaratan nutrisi yang dibutuhkan oleh suatu mikroorganisme. Dalam hal ini, berbagai sumber nutrisi yang digunakan diantaranya sumber protein, sumber vitamin dan sumber karbohidrat (Atlas, 2004).

## 2.5.1. Sumber Nitrogen (N)

Nitrogen adalah salah satu unsur yang diperlukan oleh semua jasad hidup untuk sintesis protein. Mikroba membutuhkan nitrogen baik nitrogen anorganik maupun organik (Lisanti, 2015). Menurut Puspitasari dan Sidik (2009) nitrogen anorganik biasa didapat dari ammonium sulfat, ammonium nitrat, diammonium fosfat, dan urea. Pertumbuhan mikroba membebaskan enzim proteolitik yang dapat merubah senyawa-senyawa protein menjadi asam amino. Sejumlah nitrogen sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroba, karena nitrogen tersebut terkandung dalam protein dan asam nukleat.

Mikroba dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk ammonium nitrat, asam amino, protein dan sebagainya. Beberapa mikroba dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk gas  $N_2$  (zat lemas) udara. Mikroba ini disebut mikroba penambat nitrogen (Sumarsih, 2003).

Menurut Wardhono (2012), keong sawah (*Pila ampullacea*) adalah sejenis siput air tawar dan mudah dijumpai di sawah. Bentuknya menyerupai siput keong mas, tetapi keong sawah memiliki warna cangkang hijau pekat sampai hitam. Hewan ini dikonsumsi secara luas di berbagai wilayah Asia Tenggara dan memiliki nilai gizi yang baik karena mengandung protein yang cukup tinggi. Kandungan gizi keong sawah antara lain protein 15%, lemak 2,4%, kadar abu 24%

Daging mengandung zat-zat makanan yang berguna bagi tubuh manusia antara lain protein yang berkualitas tinggi, vitamin dan mineral. Secara umum komposisi daging terdiri dari 75% air; 19% protein; 1,2% lemak; 1,2% karbohidrat dan 2,3% zat-zat terlarut (Soeparno, 1994).

Susu skim adalah bagian susu yang tertinggal sesudah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim mengandung semua zat makanan susu, sedikit lemak dan vitamin yang larut dalam lemak. Susu skim seringkali disebut

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



sebagai susu bubuk tak berlemak yang banyak mengandung protein dan kadar air sebesar 5% (Setya, 2012).

Hasil penelitian Susanti (2016) menunjukkan bahwa kadar protein susu kedelai mengandung protein yang cukup tinggi dalam uji perbandingan bersama susu sapi dan susu kambing, didapati susu kedelai mengandung protein sebanyak (289,99 mg/ml). Agustini (2015) memproduksi ekstrak sel yeast yang diperoleh secara enzimatik dari ragi roti. Ekstrak sel yeast yang diproduksi memiliki komposisi total protein sebesar 25,97%.

### 2.5.2. Sumber *Inducer*

Nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhannya meliputi karbon, nitrogen, unsur non logam seperti sulfur dan fosfor, unsur logam seperti Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg, dan Fe, vitamin, air, dan energi (Cappucino, 2014). Mikroba membutuhkan vitamin dan mineral untuk pertumbuhan dan metabolisme. Kebutuhan nutrisi mikroba bervariasi. Mikroba membutuhkan C, H, O, N, K dan S sebagai penyusun berat kering sel dan unsur mikro seperti Ca, Mg, Cl, Fe, Zn, dan Mo (Puspitasari, 2009).

Dedak padi merupakan hasil ikutan penggilingan padi atau sisa penumbukan padi. Dedak padi berasal dari gabah. Gabah jika digiling akan menghasilkan beras sebanyak 50-60%, sisanya terdiri dari 1-17%, sekam 20-25%, dedak 10-15% dan bekatul 3%. Dedak merupakan sumber vitamin B dan disukai ternak. Kandungan nutrisinya cukup baik, tetapi kandungan serat kasarnya agak tinggi. Dedak padi mengandung protein kasar 11,9-13,4%, serat kasar 10-16%, TDN 70,5-81,5%, energi metabolisme 2.730 kkal/kg, dan mineral Ca 0,1% dan P 1,51% (Ako, 2013).

Dedak dan bekatul mengandung nilai gizi yang lebih tinggi daripada endosperma (sehari-hari dikenal sebagai beras). Karbohidrat utama di dalam dedak padi adalah hemiselulosa, selulosa, pati dan  $\beta$ -glukan. Tiga asam lemak utama di dalam dedak dan bekatul beras adalah palmitat, oleat dan linoleat. Minyak dedak mentah (crude rice bran oil) mengandung 3-4 persen wax dan sekitar 4 persen lipid tak tersaponifikasi. Antioksidan potensial seperti oryzanol dan vitamin E juga ditemukan di dalam dedak beras. Dedak dan bekatul beras juga kaya vitamin B kompleks. Komponen mineralnya antara lain besi,

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



aluminium, kalsium, magnesium, mangan, fosfor, dan seng (Astawan dan Febrianda, 2010).

### 2.5.3. Sumber Karbon (C)

Karbon merupakan salah satu komponen yang penting dalam media fermentasi, karena komponen sel mikroba sebagian besar terdiri dari unsur-unsur karbon. Karbohidrat merupakan sumber karbon yang paling banyak digunakan dalam suatu proses fermentasi (Trismilah dan Wahyuntari, 2009). Mikroba dalam melakukan metabolisme memerlukan energi, sumber energi tersebut berasal dari karbon seperti karbohidrat, lipid dan protein (Lisanti, 2015).

Menurut Sumarsih (2003) sumber karbon untuk mikroba dapat berbentuk senyawa organik maupun anorganik. Senyawa organik meliputi karbohidrat, lemak protein, asam amino, asam organik, garam asam organik, polialkohol, dan lain-lain. Senyawa anorganik misalnya karbonat dan gas CO<sub>2</sub> yang merupakan sumber karbon utama untuk tumbuhan tingkat tinggi.

Nutrisi yang diperlukan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur biasanya berupa senyawa sederhana yang tersedia secara langsung atau berasal dari senyawa kompleks yang kemudian dipecah oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang sederhana melalui proses enzimatik. Nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhannya meliputi karbon, nitrogen, unsur non logam seperti sulfur dan fosfor, unsur logam seperti Ca, Zn, Na, K, Cu, Mn, Mg, dan Fe, serta vitamin, air, dan energi yang biasanya berasal dari karbohidrat. Untuk itu, media pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri harus memenuhi syarat nutrisi yang dibutuhkan. (Radji, 2011).

## 2.6. Manfaat *Actinomyces* sp

### 2.6.1. Sebagai Dekomposer

Sebagian besar mikrobia tanah berpotensi sebagai bio-fertilizer, terutama mikrobia yang hidup pada daerah perakaran (*rhizosphere*). Salah satu diantaranya adalah mikrobia pelarut fosfat (*Actinomyces*). Mikrobia tersebut telah terbukti mempunyai kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Widawati *et al.*, 2006). Mekanisme peningkatan ini tidak diketahui secara pasti, tetapi diduga melibatkan proses yang kompleks termasuk disolusi senyawa





polipeptida, oksidasi, dan reduksi. Proses dekomposisi terjadi secara biologi, fisika, dan kimia. Proses pembusukan limbah secara aerobik memerlukan mikroba pengurai seperti fungi, yeast, dan *Actinomyces* sp (Suryariani, 2002).

*Actinomyces* adalah mikroorganisme tanah dari kelas Schizomycetes yang bersifat saprofit, dekomposer serta mampu mendegradasi selulosa. Kisaran pH yang sesuai antara 6,5-8,0. Temperatur yang cocok untuk pertumbuhan *Actinomyces* sp adalah 25-30 °C namun pada suhu 55-65 °C masih dapat tumbuh dalam jumlah cukup besar, khususnya genus *Thermoactinomyces* dan *Streptomyces* (Rao, 1994).

Pengomposan adalah suatu proses dekomposisi buangan organik yang dilakukan oleh sejumlah mikroba (bakteri, aktinomisetes, fungi, dan protozoa) (Sulistiyorini, 2005). Bahan baku kompos adalah semua material organik yang mengandung karbon dan nitrogen, dan berasal dari limbah industri pertanian, kotoran hewan, sampah hijauan, sampah kota, dan lumpur cair. Teknologi pengomposan menjadi sangat penting artinya terutama untuk mengatasi permasalahan limbah organik, seperti limbah pertanian dan perkebunan, limbah organik industri, serta masalah sampah di kota-kota besar (Sinaga et al., 2010). Pengomposan secara aerobik paling banyak digunakan, karena mudah dan murah untuk dilakukan, serta tidak membutuhkan kontrol proses yang terlalu sulit.

### 2.6.2. Sebagai Bakteri Pelarut Fosfat

*Actinomyces* merupakan bakteri yang keberadaannya menguntungkan, yaitu, termasuk dari sebagian besar mikrobia tanah yang berpotensi sebagai *biofertilizer*, terutama mikrobia yang hidup pada daerah perakaran (*rhizosphere*). Salah satu di antaranya adalah mikrobia pelarut fosfat (*Actinomyces*). Mikrobia tersebut telah terbukti mempunyai kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Widawati dan Suliasih, 2006a).

Menurut penelitian Widawati (2008) *Actinomyces* tanah dari pulau Waigeo mampu melarutkan kalsium fosfat serta memiliki kemampuan mensintesis enzim fosfomonoesterase. Semua *Actinomyces* yang diuji mampu menggunakan glukosa. Glukosa kemudian diubah menjadi inokulum sel dan senyawa organik yang lebih lanjut menurunkan pH kultur karena aktivitas disolusi kalsium fosfat menjadi



ortofosfat. Karakteristik fisiologi dari *Actinomyces* di atas dapat digunakan sebagai penciri penggolongan *Actinomyces* untuk kajian taksonomi.

Menurut Marista dkk. (2013) Fosfat di dalam tanah merupakan unsur hara yang berperan penting bagi proses pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur fosfat di dalam tanah dibantu oleh bakteri pelarut fosfat yang banyak dijumpai di daerah rizosfer. Bakteri pelarut fosfat (BPF) seperti *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* Merupakan mikroorganisme tanah yang mempunyai kemampuan paling besar dalam melarutkan P yang tidak tersedia menjadi tersedia. Bakteri mampu mensekresikan asam-asam organik yang dapat membentuk kompleks stabil dengan kation-kation pengikat P di dalam tanah dan asam-asam organik dapat menurunkan pH dan memecahkan ikatan pada beberapa bentuk senyawa fosfat sehingga akan meningkatkan ketersediaan fosfat di dalam larutan tanah (Rahayu dkk., 2014).

Mikroba pelarut fosfat hidup di sekitar perakaran tanaman, mulai permukaan tanah sampai kedalaman 25 cm, keberadaanya berkaitan dengan jumlah bahan organik yang akan mempengaruhi populasi serta aktivitasnya dalam tanah. Mikroba yang hidup dekat daerah perakaran secara fisiologis lebih aktif dibanding mikroba yang hidup jauh dari daerah perakaran. Mikroorganisme pelarut fosfat dapat berupa bakteri, jamur, aktinomisetes atau khamir (Ginting dkk., 2006).

### 2.6.3. Agen Biokontrol

Menurut penelitian Khamna *et al.*, (2008) Isolasi rizosfer *Curcuma* mangga mampu menghasilkan keanekaragaman *Actinomyces* dibanding rizosfer dari tanaman obat yang lain. Isolat – isolat tersebut mempunyai aktivitas antifungi yang berbeda-beda terhadap *Alternaria brassicicola*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium digitatum*, dan *Sclerotium rolfsii*.

*Actinomyces sp* juga dapat dihasilkan dari rizosfer tanaman budidaya, contohnya jagung (*Zea mays* L.) yang dapat menghasilkan 58 isolat *Actinomyces*, 10 diantaranya dapat berpotensi sebagai penghasil antibiotik dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan potensi isolat *Actinomyces* sebagai penghasil antifungi (Ambarwati dkk., 2010).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Actinomyces* yang diketahui memiliki kemampuan dalam menghasilkan berbagai antibiotik seperti *streptomycin*, *aureomisin*, *oleandomisin*, *spiramycin* dan *eritromisin* dan menjadikan bakteri *Actinomyces* sebagai salah satu mikroba yang memiliki potensi sebagai agen pengendali hayati (Suwandi, 1993).

*Actinomyces* merupakan salah satu mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan sebagai agen pengendali hayati. Beberapa jenis mikroorganisme dapat mengendalikan patogen dan menjadi agen pengendali hayati dan perlu dilakukan pengembangan agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Biasanya mikroorganisme ini mengandung antibiotik yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian sebagai agen pengendali hayati atau biokontrol dan salah satunya yaitu *Actinomyces* (Suryani, 2014). *Actinomyces* merupakan kelompok mikroba yang paling banyak menghasilkan senyawa bioaktif antibiotika, antifungi dan antibakteri (Atlas, 1998).

Menurut Abidin (2015) bahwa bakteri *Actinomyces* diketahui memiliki senyawa antifungal yang bersifat antagonis terhadap jamur patogen dan menghambat pertumbuhan jamur jamur tersebut. Potensi senyawa antifugal merupakan salah satu bentuk pemanfaatan bahan alami sebagai fungisida hayati untuk menghambat pertumbuhan jamur yang merugikan pada pertanian seperti jamur *Fusarium* spp yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman dan potensi ini dimiliki oleh *Actinomyces* (Sari, 2015).

Penelitian yang dilakukan Rahayu, dkk (2007) telah berhasil menguji antibiotik yang dihasilkan oleh *Actinomyces* yang diambil dari tanah berbagai tumbuhan tingkat tinggi pada *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Trichophyton mentagrophytes*, dan *Candida albicans*. Hasilnya adalah antibiotik yang dihasilkan isolat *Actinomyces* berpengaruh kuat terhadap beberapa isolat bakteri dan jamur yang diuji.

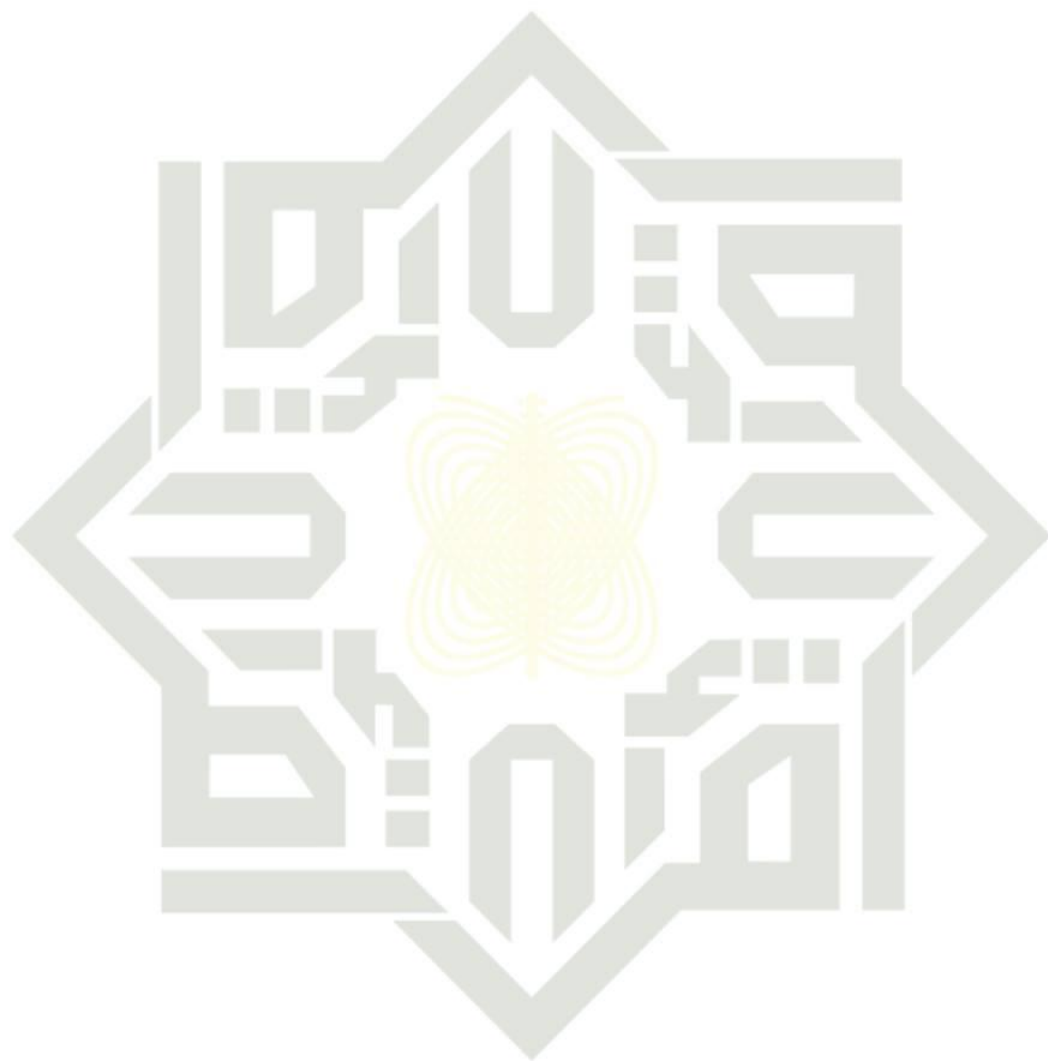
Keistimewaan lain dari *Actinomyces* selain penghasil antimikroba adalah mampu menghasilkan plant grow factor, antioksidan, herbisida, pestisida, antiparasit, serta enzim selulase dan xilanase. *Actinomyces* memiliki distribusi pertumbuhan yang luas berupa filamen di dalam tanah, koloni di permukaan akar maupun di rizosfer (Fatmawati dkk, 2014).



Beberapa penelitian telah dilaporkan berhasil mengisolasi *Actinomyces* dari rizosfer yang memiliki potensi sebagai penghasil senyawa antibakteri. Ambarwati (2010) berhasil mengisolasi *Actinomyces* dari rizosfer tanaman putri malu (*Mimosa pudica* L.) dan kucingan-kucingan (*Acalypha indica* L.) memperoleh 5 isolat aktif, dimana 2 isolat aktif menghambat *E. coli* dan 3 isolat aktif menghambat *Streptomyces aureus*.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau yang beralamat di Jl. HR. Soebrantas Km. 15 Panam, Pekanbaru pada bulan Desember 2019 hingga Februari 2020.

#### 3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang telah digunakan dalam penelitian ini adalah gula pasir, gula kelapa, gula aren, kaldu sapi, kaldu bekicot, susu skim, susu kedelai, *yeast* ekstrak, dedak, vitamineral, Vitamin B kompleks alkohol 96%, NaCl fisiologis, NA vitabro, sukrosa, aluminium foil, kapas, kertas label, dan aquades. Isolat yang digunakan adalah isolat bakteri *Actinomyces* sp. koleksi dari laboratorium Patologi, Entomologi, dan Mikrobiologi (PEM) Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah petridis, tabung reaksi, jarum ose, *Laminar Air Flow*, kulkas, timbangan analitik, erlenmeyer, batang pengaduk, *Colony Counter*, *hotplate (Magnetic Stirrer)*, nampan, *Vortex*, *Water Bath Shaker*, *Autoklav*, gelas *Beaker*, *Mikropipet*, dan lampu *Bunsen*.

#### 3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

#### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

##### 3.4.1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa keong, daging sapi, dedak, vitamineral diperoleh dari pasar tradisional pasar selasa Panam, Jl. HR. Soebrantas, Pekanbaru, sedangkan susu skim, susu kedelai, gula jawa, gula pasir, gula aren didapat di toko sembako Jl. HR. Soebrantas. dan *yeast ekstrak (Merck)* serta Vitamin B kompleks diperoleh dari apotik. Isolat bakteri *Actinomyces* sp. yang akan digunakan adalah koleksi dari Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas

Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Isolat tersebut berasal dari limbah Perkebunan Kelapa Sawit (PKS).

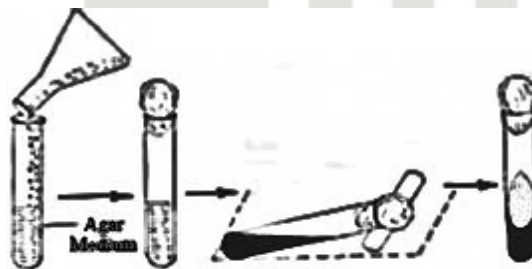
### 3.4.2. Pensterilan Alat dan Bahan

Pensterilan alat menggunakan metode panas kering menggunakan oven dengan suhu 170 °C selama 2 jam. Peralatan yang disterilkan menggunakan oven adalah erlenmeyer, cawan petri untuk wadah media, adapun untuk peralatan yang langsung dipakai seperti pingset, jarum ose dan batang pengaduk disterilkan dengan alcohol 96 % selanjutnya dibakar menggunakan *Bunsen*. Pensterilan bahan seperti NA, NaCl, dan sumber karbohidrat, vitamin, protein disterilkan dengan *Autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit. (Lampiran 2)

### 3.4.3. Pembuatan Media NA, Agar Miring NA dan NB yang dimodifikasi

Pembuatan media NA dengan melarutkan 1 liter aquades dengan 20 g NA untuk membuat 1 liter media. NA dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah dengan aquades sesuai kebutuhan kemudian diaduk dan dipanaskan menggunakan *Magnetic Stirrer (Hotplate)* hingga larut dan terlihat berwarna bening kekuningan. Media yang sudah larut disterilkan menggunakan *Autoclave* dengan suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah pensterilan didinginkan dan dituangkan ke dalam cawan petridis di dalam *Laminar Air Flow*. (Lampiran 2)

Pembuatan agar miring NA sama dengan media NA pada kultur. Setelah itu disterilkan dalam *Autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah media steril diletakkan di dalam *Laminar Air Flow* dengan posisi miring agar terbentuk media agar miring. Pembuatan agar miring dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 3.1 Pembuatan agar miring (Lisanti, 2015)

Media NB digunakan sebagai starter, dengan komposisi vitabro 1 g/l, vitamineral 4 g/l, serta susu skim 2 g/l. Selanjutnya komposisi media dilarutkan dalam 100 ml dengan aquades didalam erlenmeyer lalu diaduk sambil dipanaskan diatas *hotplate (Magnetic Stirrer)* hingga media menjadi homogen. Setelah





homogen media di sterilkan menggunakan *Autoclave* pada suhu 121 °C selama 15 menit (Lisanti, 2015).

#### 3.4.4. Peremajaan Kultur (Sub Kultur)

Peremajaan kultur dilakukan untuk menyiapkan biakan sel bakteri *Actinomyces* sp. yang sehat dan segar. Peremajaan dilakukan dengan menggunakan media agar miring NA di dalam tabung reaksi. Inokulasi media agar miring secara aseptik dengan menggunakan kawat ose, diambil satu ose biakan murni dari stok kultur yang berumur 24 jam, lalu digoreskan secara zig zag diatas permukaan media agar miring NA. Setelah itu mulut tabung reaksi dibakar diatas *Bunsen* dan ditutup kembali (Lisanti, 2015).

#### 3.4.5. Pembuatan Starter dan Optimasi Nutrisi

Pembuatan starter dilakukan dengan mengambil satu ose isolate bakteri *Actinomyces* sp. dari nutrient agar miring yang berumur 24 jam, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 100 ml medium *Nutrient Broth* modifikasi secara aseptik. Setelah itu homogenkan dengan menggunakan *shaker* selama 24 jam lalu diinkubasi pada suhu ruang (Lisanti, 2015).

##### a. Optimalisasi Sumber Karbon

Media fermentasi awal berupa NB modifikasi yang terdiri dari vitabro 1 g/l, vitamineral 4 g/l, serta susu skim 2 g/l. Selanjutnya komposisi media dilarutkan dalam 100 ml dengan aquades didalam erlenmeyer kemudian ditambahkan berbagai sumber karbon. Kemudian media disimpan di dalam incubator bakteri dengan suhu 37 °C selama 12 jam. Sumber karbon yang digunakan adalah :

- C1 : Gula pasir 20 g/l (2 g/100 ml)
- C2 : Gula aren 20 g/l (2 g/100 ml)
- C3 : Gula kelapa 20 g/l (2 g/100 ml)

Sumber karbon terbaik kemudian akan digunakan untuk penelitian selanjutnya.

##### b. Optimalisasi Sumber Nitrogen

Media fermentasi awal berupa NB modifikasi kemudian ditambahkan dengan perlakuan sumber karbon yang optimal, Selanjutnya adalah penentuan sumber nitrogen yang terbaik, yaitu:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



N1 : Kaldu daging sapi 200 ml/l (20 ml/ 100 ml)

N2 : Kaldu keong 200 ml/l (20 ml/ 100 ml)

N3 : Susu kedelai 200 ml/l (20 ml/ 100 ml)

Sumber nitrogen terbaik akan digunakan untuk proses penelitian berikutnya.

### c. Optimalisasi Sumber *Inducer*

Media fermentasi awal berupa NB modifikasi kemudian ditambahkan dengan perlakuan sumber karbon yang optimal ditambahkan dengan sumber Nitrogen optimal, dan yang terakhir adalah penentuan sumber *inducer* terbaik, yaitu

I1 : Dedak 20g/l (2 g/100 ml)

I2 : Vitamin B kompleks 5g/l (0,5 g/ 100 ml)

I3 : *Yeast ekstrak* 1 g/l (0,1 g/100 ml)

Setelah didapatkan media dengan berbagai sumber nutrisi yang optimal, maka akan digunakan untuk perbanyakkan inokulum bakteri *Actinomyces*.

## 3.5. Parameter

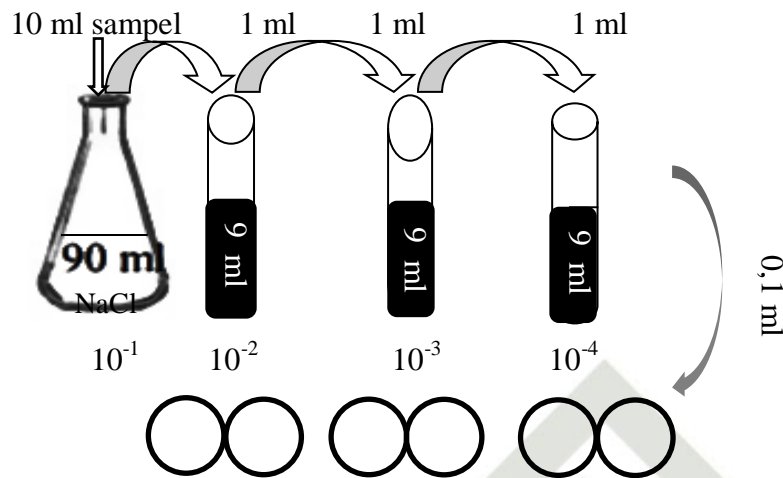
### 3.5.1. Jumlah Sel

Penghitungan Jumlah Koloni *Actinomyces* dimulai dengan melakukan pengenceran. Pengenceran dilakukan dengan cara mencampur 1 ml media NB dari tabung reaksi pertama ke dalam 9 ml NaCl fisiologis pada tabung reaksi kedua lalu di ( $10^{-1}$ ) selanjutnya ambil 1 ml dari tabung reaksi kedua dan masukkan ke tabung reaksi ke 3 yang telah berisi 9 ml NaCl fisiologis ( $10^{-2}$ ) dan demikian seterusnya hingga diperoleh tingkat pengenceran yang dikehendaki. Penanaman bakteri diambil dari pengenceran  $10^{-3}$  dan  $10^{-4}$  atau pada pengenceran yang dikehendaki, masing- masing ditanam ke media NA sebanyak 0,1 ml secara duplo. Setelah bakteri ditanam di media NA lalu dilakukan perhitungan populasi bakteri. Jumlah populasi bakteri yang tumbuh antara 30-300 per petri dan dihitung menggunakan *colony counter*. Sumber karbon terbaik akan digunakan untuk proses fermentasi berikutnya. Metode pengenceran dapat dilihat pada Gambar 3.2.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.2 Metode Pengenceran (Lisanti, 2015)

Perhitungan jumlah koloni menggunakan metode cawan hitung. Cawan petri yang dipilih adalah cawan yang mengandung koloni antara 30-300. Berikut rumus menghitung jumlah koloni dalam satuan *Colony Forming Unit* (CFU) :

$$CFU = \frac{1}{Vol \text{ sampel}} \times \frac{1}{Faktor \text{ pengenceran}} \times \text{jumlah koloni dalam petri}$$

### 3.5.2. Aktivitas Biologi

#### a. Uji Kemampuan Bakteri dalam Melarutkan Fosfat

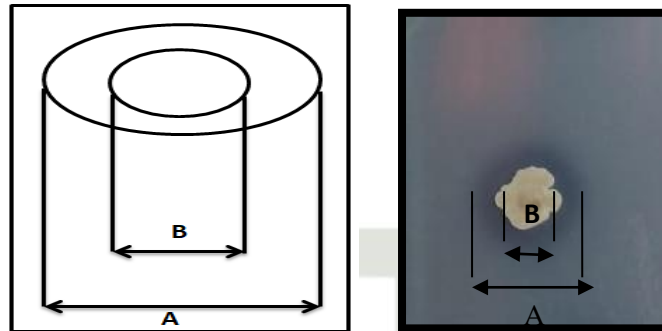
Pengujian ini bertujuan untuk mengukur seberapa kemampuan yang dimiliki oleh isolat bakteri pelarut fosfat (BPF) dalam melarutkan fosfat dengan cara menghitung indeks kelarutan fosfat (IKF) dari setiap isolat bakteri yang telah tersedia. Kegiatan ini dilakukan dengan cara membunuh isolat bakteri yang telah disiapkan sebelumnya pada media seleksi *Pikovskaya Agar* (Islamiati dan Zulaika, 2015). Kemudian mengamati pertumbuhan koloni dan diukur selama 7 hari (Karpagam dan Nagalakshmi, 2014).

Isolat bakteri pada media *Pikovskaya* dapat ditandai jika terbentuk zona bening di sekitar koloni. pengukuran yang dilakukan yaitu terhadap diameter koloni dan diameter zona bening menggunakan penggaris dan kaca pembesar untuk mempermudah pengukuran. Pengukuran diameter koloni dan zona bening dilakukan sebanyak 2-3 kali pada posisi yang berbeda kemudian hasil pengukuran



dirata-ratakan. Perhitungan nilai Indeks Kelarutan Fosfat (IKF) berdasarkan metode (Karpagam dan Nagalakshmi, 2014) dan Gambar 3.3.

$$\text{Indeks Kelarutan Fosfat (IKF)} = \frac{A}{B}$$



Gambar. 3.3 cara menghitung IKF (Islamiati dan Zulaika, 2015)

#### b. Uji Agen Biokontrol

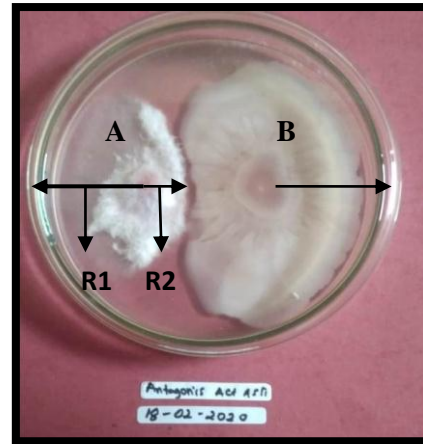
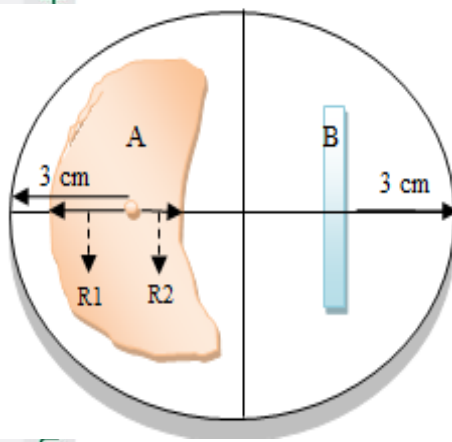
Pengujian *in-vitro* dilakukan untuk mengetahui kemampuan beberapa bakteri antagonis dalam menghambat *Fusarium* sp. secara *in-vitro*. Uji antagonis dilakukan menggunakan cara oposisi langsung antara isolat-isolat cendawan *Fusarium* sp. dengan berbagai bakteri antagonis dalam media PDA.

Uji daya hambat bakteri dilakukan berdasarkan metode Sutariati dan Wahab (2010). Uji daya hambat dilakukan dengan menanam isolat cendawan *Fusarium* sp. pada jarak 3 cm dari tepi cawan petri sebelah kanan dan pada jarak 3 cm pada tepi kiri petri diletakkan isolat bakteri digoreskan sepanjang 3 cm. Pengamatan dilakukan dengan mengukur jari-jari pertumbuhan cendawan ke arah tepi petridis (R1) dan jari-jari pertumbuhan cendawan ke arah bakteri (R2). Skema pengukuran uji daya hambat dapat dilihat pada Gambar 3.4. Selanjutnya data yang diperoleh digunakan untuk menghitung daya hambat (DH) isolat rizobakteri terhadap cendawan patogen, yang ditentukan dengan rumus:

$$DH = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Keterangan:

A = Patogen *Fusarium* sp.

B = Bakteri

R1 = Jari-jari pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. ke arah tepi kiri (dinding cawan).

R2 = Jari-jari pertumbuhan patogen *Fusarium* sp. ke arah bakteri.

Gambar 3.4. Skema Pengukuran Uji Daya Hambat (Sutariati dan Wahab, 2010)

### 3.6. Analisis Data

Analisis data secara deskriptif kuantitatif, yaitu mengamati dan menghitung jumlah koloni dalam setiap percobaan baik uji secara kimia maupun fisika dan menampilkan data berupa tabel dan grafik pertumbuhan bakteri. Analisis data jumlah koloni dihitung dengan menggunakan rumus jumlah koloni/ml (CFU) sehingga diperoleh kerapatan dan populasi bakteri yang terdapat pada media. Kemudian menganalisis aktivitas biologi bakteri dengan dilakukannya pengujian kemampuan bakteri pelarut fosfat dan uji daya hambat sebagai agen biokontrol.



## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Media pertumbuhan yang memberikan perumbuhan terbaik terhadap *Actinomyces* sp. adalah gula pasir, kaldu daging sapi, dan dedak. Kemampuan dalam melarutkan fosfat oleh *Actinomyces* sp. relatif sama, sedangkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. meningkat dibandingkan kontrol.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukan uji lanjutan terhadap kemampuan bakteri *Actinomyces* sp dalam pelaksanaan dan aplikasi nya di lapangan sebagaimana pemanfaatan bakteri *Actinomyces* sebagai bakteri pelarut fosfat dan agen antagonis bagi pathogen pengganggu tanaman.





## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z.A.Z., Chowdhury, A. J. K., Malek, N. A., dan Z. Zainuddin. 2015. Diversity and Antimicrobial Activity of Mangrove Soil *Actinomyces* sp Isolated From Tanjung Lumpur, Kuantan. *Jurnal teknologi*.77(25) : 37-43.
- Afifah, H. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat pada Tanah di Pesisir Pantai Dumai. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau : Pekanbaru.
- Agustini, R. 2015. Yeast Hydrolysate Enzimatic (YHE) Hasil Degradasi Menggunakan Bromelin Nanas Sebagai Bahan Preparasi Media Kultur Mikrobiologi dan Biofertilizer. Usulan Penelitian Hibah Bersaing Lanutan. Universitas Negeri Surabaya : Surabaya.
- Ako, A. 2013. *Ilmu Ternak Perah Daerah Tropis*. Cetakan Kedua Edisi Revisi. Penerbit IPB Press. Bogor. 190 hal.
- Alimuddin, A. *Mikrobiologi Dasar* Jilid I Cet. 1. Makassar: UNM Press, 2005. 187 hal.
- Ambarwati, S, C. J. dan L. Sembiring. 2010, Isolasi dan Identifikasi *Streptomyces* dari Rizosfer Jagung (*Zea mays* L.) yang Berpotensi Sebagai Penghasil Antibiotika, Biota: *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Hayati*. 15(1) : 1-7.
- Ariyanti, W. 2016. Pertumbuhan Bakteri *E.coli* dan *Bacillus subtilis* pada Media Singkong, Ubi Jalar Putih, dan Ubi Jalar Kuning sebagai Substitusi Media NA. *Publikasi ilmiah Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Astawan, M. dan E. Febrinda. 2010. Potensi Dedak dan Bekatul Beras sebagai Ingredient Pangan dan Produk Pangan Fungsional. *Jurnal Pangan*. 19(1) : 14-19.
- Atlas, R M. 2004. *Handbook of Microbiological Media Third Edition Volume 1*. United States Of America: CRC Press. 2040 hal.
- Berdy, J. 2005. Bioactive Microbial Metabolites a Personal View. *Antibiotics Journal*. 58: 1-26.
- Boerner, E. J. R. 2003. *Effect Fire on Ecology of The Forest Floor in Central Hardwood Forest*. Dalam : Work Shop in Fire, People, and the Central Hardwood Landscape. Ohio State University. Columbus.
- Brooks, G.F., Janet, S.B., Stephen, A. M., Jawetz, Melnick, and Adelberg's. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : Salemba Medika. 862 pages.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Cappuccino, J.G. and N. Sherman .2014. *Manual Laboratorium Biologi*. Jakarta, Indonesia: EGC. 577 hal.

Cook, R.J dan K.F. Beker. 1983. *Biological Control of Plant Pathogen*. W.A. Freman & Co. San Francisco. 433 pages

Debananda, Ningthoujam, S., Sanasam, S and S. Nimaichand. 2009. Screening of Actinomycete Isolates from Niche Habitats in Manipur for Antibiotic Activity. *J Biochem Biotechnol*. 5 (4): 221-225.

Dindal, D.L. 1990. *Soil Biology Guide*. Kanada (CA): J Willey. 1.376 hal.

Djauhari, S., Kajariyah, S. N., dan A. W. Sektiono. 2016. Uji Antagonisme Actinomyces Rhizosfer dan Endofit Akar Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L.) terhadap Jamur *Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult et Bisby. *Jurnal HPT*. 4(1) : 17-23.

Dwi Joseputro. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta. 182 hal.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 256 hal.

Friska, W., Khotimah, S., dan Linda, R. 2014. Karakteristik Bakteri Pelarut Posfat pada Tingkat Kematangan Gambut di Kawasan Hutan Lindung Ambawang Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Protobiont*. 4(1) : 197-202.

Ginting, R. C. B., Saraswati, R., dan E. Husen. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.

Hajoeningtjas, O. D. 2012. *Mikrobiologi Pertanian*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 198 hal.

Hamdali, H., Bouizgarne, B., Hafidi, M., Lebrihi, A., Virolle, M.J, and Y. Ouhdouch. 2008. Screening for Rock Phosphate Solubilizing *Actinomyces* sp from Moroccan Phosphate Mines. *App Soil Ecol*. 38(1) : 12-19.

Indiati, S., Muliani, S and E. Wisdawati. 2015. Study on Application of Endhopytic *Actinomyces* and *Mycorhizae* to Induce Resistance toward *Rhizoctonia Solani* and Growth Promotion Activity. *Jurnal Agrotan*. 1(1) : 15-24.

Indrasari, V. 2000. *Eksplorasi Aktinomiset dari Sedimen Ekosistem Air Hitam serta Uji Daya Hambatnya terhadap Staphylococcus aureus dan Escherichia coli KCCM 1123*. Institut Pertanian Bogor : Bogor.

Irianto, K. 2014. *Bakteriologi, Mikologi dan Virology Panduan Medis dan Klinis*. Bandung: Apt Alfabeta. 848 hal.





- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Januar, W., S. Khotimah dan A. Mulyadi. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS-XIII Ngabang Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont*. 2 (3): 136-140.
- Jawetz, E., Melnick, J. L., dan E. A Adelberg. 2001. *Mikrobiologi Kedokteran*, diterjemahkan oleh Mudihardi, E. Edisi XXII. Jakarta: Salemba Medika. 352 hal.
- Jeffrey, C. dan J. C. Pommerville. 2010. *Microbial Growth and Nutrition (Chapter 5)*. Jones & Bartlett Learning Publisher, Sudbury MA. 944 hal.
- Jumari, A., Wibowo, A.W., Handayani, dan I. Ariyani. 2009. Pembuatan Etanol Dari Jambu Mete Dengan Metode Fermentasi. *Ekuilibrum*. 7(2): 48-54.
- Kesek, S. M. A. S., Razek, T. M. A., and K. Sameshima. 2006. Bacterial Cellulose Production from Beet Molasses. *African Journal of Biotechnology*. 5(17) : 1519-1523.
- Khatuna, S., Yokota, A and Lumyong, S. 2008. *Actinomyces* sp Isolated from Medicinal Plant Rhizosphere Soils : Diversity and Screening of Antifungal Compounds, Indole-3-Acetic Acid and Siderophore Production. *World Microbiology Biotechnology*. 25(4) : 649-655.
- Lisanti, E. 2015. Optimalisasi Produksi Sel Rhizobium dari Tumbuhan Leguminosa Lahan Gambut sebagai Biofertilizer. *Skripsi*. Tidak Diterbitkan. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau : Pekanbaru.
- Marista, E., S. Khotimat dan R. Linda. 2013. Bakteri Pelarut Fosfat Hasil Isolasi dari Tiga Jenis Tanah Rizosfer Tanaman Pisang Nipah (*Musa paradisiaca* var. nipah) di Kota Singkawang. *Jurnal Protobiont*, 2 (2): 93-101.
- Martati, E., Resmanto, A. M dan E. Zubaidah. 2014. Pertumbuhan Isolate BAL Asal Bekatul dan Probiotik Komersial (*Lactobacillus acidophillus* dan *Lactobacillus casei*) pada Media Bekatul dan Susu Skim. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 1(1) : 27-37.
- Masda N.R. 2018. Potensi Metabolit Sekunder Isolat *Actinomyces* sp Sm-2 dari Rizosfer *Andrographis paniculata* sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Artikel ilmiah Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin Makassar.
- Mikapin .2012. Tes *Jurnal Praktikum Mikrobiologi* Jilid VI (Penghitungan Jumlah Mikroba dengan Ruang Hitung). Artikel Teknis Kimia.
- Miyadoh, S and M. Otaguro. 2004. *Workshop on Isolation Methods and Classification of Actinomyces sp*. Bogor (ID): Biotechnology Centre, LIPI.
- Muryida, E. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dan Kalium dari Kawasan Sekitar Tambang Batu Kapur Cirebon. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor : Bogor.





- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Nonomura, H., and Y. Ohara. 1971. Distribution of Soil *Actinomyces* sp. VIII.Green Spore Group of Microtetraspora Its Preferential Isolation and Taxonomic Characteristics. *Journal Ferment Technol.* 49(1) : 1-7
- Nurkanto, A., Listyaningsih, F., Julistiono dan A. Agusta. 2010. Eksplorasi Keanekaragaman *Actinomyces* sp Tanah Ternate sebagai Sumber Antibiotik. *Jurnal Biologi Indonesia.* 6 (3) : 325-339.
- Pattern, C.L. and B. R. Glick. 1996. Bacterial Biosynthesis of Indole-3-Acetic Acid. *Canadian Journal Microbiology.* 42(3): 207-220.
- Prescott . 2008. *Microbiology 7th edition.* USA: McGraw-Hill Book Company. 1.088 hal.
- Pujani. 2014. Isolasi *Actinomyces* sp dari Tanah Kebun sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Mikrobiologi. *Jurnal Florea.* 1(2) : 42-46.
- Puspitasari, N. dan M. Sidik. 2009. Pengaruh Jenis Vitamin B dan Sumber Nitrogen dalam Peningkatan Kandungan Protein Kulit Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi. *Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia Universitas Diponegoro.* 1-8 hal.
- Radji, M.. 2011. *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran.* Jakarta : EGC. 329 hal.
- Rahayu, F., Mastur, dan B. Santoso. 2014.Potensi Beberapa Isolat Bakteri Pelarut Fosfat Asal Lahan Tebu di Jawa Timur Berdasarkan Aktivitas Enzim Fosfatase. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri.* 6 (1) :23–31.
- Rahimmalek, M., and S. A, H. Goli. 2013. Evaluation of Six Drying Treatments With Respect to Essential Oil Yield, Composition and Color Characteristics of *Thymys Daenensis* subsp. *Daenensis.* Celak Leaves. *Industrial Crops and Products.* 42 : 613–619.
- Rao, N.S.S. 1994. *Mikrobiologi Tanah dan Pertumbuhan Tanaman* diterjemahkan oleh Susilo, H. Jakarta :UI Press. 352 hal.
- Ratledge, C. 1994. *Biochemistry of Microbial Degradation.* Amsterdam: Kluwer Academic Publisher. 590 hal.
- Roza, S. 2014. *Pembuatan Alat Pengadukan Pupuk Kompos Berbasis Mikrokontroler.* *Jurnal Teknik Elektro.* 9(2) : 62-73.
- Ruwandani, M. N., Rakhmawati, A., dan E. Yulianti. 2014. Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Guano di Gua Anjani, Jawa Tengah. *Skripsi* . Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Saadoun, I., and R. Gharaibeh. 2003. The Streptomyces flora of Badia region of Jordan And Its Potential as a Source of Antibiotic-Resistant Bacteria. *J Arid Environ.* 53(3) : 365-371.
- Saragih, A. B. 2013. Skrining Bakteri Pelarut Fosfat Adaptif Vinasse dari Lahan Tebu Pabrik Gula Jatiroto, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur. *Skripsi. Jurnal Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengentahuan Alam. Jember : Universitas Jember.*
- Sari, E.N., Hastuti, U.S., dan S. Prabaningtyas. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Sawo Kecil (*Manilkara kauki* (L.) Dubard) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Fusarium solani* Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Hayati.* 1(2):1-10.
- Sarkono, M, S., Setiaji, B dan L. Sembiring. 2011. *Optimasi Kondisi Fermentasi untuk Produksi Selulosa Bakteri Oleh Strain SLK-1 dalam Media Dasar Air Kelapa.* Hibah Penelitian Berbasis EfSD. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada
- Setyawan, W. A. 2012. *Teknologi Pegolahan Susu.* Surakarta. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Slamet Riyadi. 67 hal.
- Sinaga, A., Sutrisno dan S.H. Budisulistiorini. 2010. Perencanaan Pengomposan sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik (Studi Kasus: TPA Putri Cempo-Mojosongo). *Jurnal Presipitasi.* 7(1) : 13-22.
- Siregar. A. Z., U.W. Suharsono., H. Akmal., Hadisunarso., Sulistijorini., N. Sukarno., A. Merdiyani., T.H. Widarto dan R.R.D. Perwitasari. 2008. *Biologi Pertanian.* Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Soeparno. 1994 . *Ilmu dan Teknologi Daging.* Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 498 hal.
- Sulistiyorini, L. 2005. Pengelolaan Sampah dengan Cara Menjadikan Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan.* 2(1) : 77-84.
- Sumarsih, S., 2003. *Mikrobiologi Dasar.* Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta. 116 hal.
- Suriawiria, U. 2003. *Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis.* Bandung : PT. Alami. 228 hal.
- Suryani, S., R.M. Roza, dan A. Martina. 2014. Seleksi dan Uji Anti Bakteri *Actinomyces* spesies Asal Tanah Gambut Rimbo Panjang Kampar Riau Terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella typhi*. *JOM FMIPA.* 17(2): 37-41.
- Suryani, R. 2002. *Penurunan Berat Sampah Organik Menggunakan Leachate, Sludge dan Cacing Tanah.* Fakultas Kesehatan Masyarakat. *Skripsi.* Universitas Diponegoro. Semarang.





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Susanti, R dan E Hidayat. 2016. Profil Protein Susu dan Produk Olahannya. *Jurnal MIPA*. 39 (2) Hal: 98-106.

Sylvia, D. M., Furbrmann, P. G. Hartel and D. A. Zuberer. 1990. *Principles and Application of Soil Microbiology*. New Jersey: Prentice Hall, Inc. 640 hal.

Vigolo, G. S. Adda, P. and Castellano. 2008. Bioprotective Cultures dalam Meat Biotechnology, F.Toldra (ed.), C. Springer Science Business Media, LLC. p. 399-424.

Wardhono W. 2012. *Pengaruh Rasio Penggunaan Daging Tutut dan Daging Sapi terhadap Sensori Bakso Tutut*. Skripsi. Universitas Bandung Raya.

Wibowo, M. S. 2012. *Pertumbuhan dan Kontrol Bakteri*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Widawati, S dan Suliasih. 2006. Populasi Bakteri Pelarut P (BPF) di Cikini, Gunung Botol dan Ciptarasa serta Kemampuannya dalam Melarutkan P Terikat di Media Pikovskaya Padat. *Jurnal Biodiversita*. 7(2) : 109-113.

Widawati, S. 2008. Aktivitas Pelarutan Fosfat oleh *Actinomyces sp* yang Diisolasi dari Waigeo, Kepulauan Raja Ampat, Papua Barat. *Biodiversitas*. 9(2) : 87-90.

Widawati, S. dan Suliasih. 2006. Augmentasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) Potensial sebagai Pemicu Pertumbuhan Caysin (*Brassica caventis* Ocd.) Di Tanah Marginal. *Biodiversitas* 7(1):10-14.

Wulandari, S., Rony, S., 2020. Optimasi Pertumbuhan Isolat Actinomycetes Kode Al35 berdasarkan Media Pertumbuhan, Ph dan Waktu Produksi Metabolit Sekunder. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 1(2) : 27-32.

Yin, L. J., Wu C.W., and S.T. Jiang. 2007. Biopreservative Effect of Pediocin ACCEL on Refrigerated Seafood. *Fisehries Science*. 73(4) : 907-912.

Yudarti, T. 2007. *Ilmu Penyakit Tumbuhan* Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu. Hal 17. 132 hal.

Zhao, H.W., Mavinic, D.D., Oldham, W.K., and F.A. Koch. 1999. Controlling Factors for Simultaneous Nitrification and Denitrification in A Two-Stage Intermittent Aeration Process Treating Domestic Sewage. *Water Resources*. 33 (4): 961-970.

Zhi, X.Y, Li, W.J, Stackebrandt, E. 2009. An Update of The Structure and 16S Rrna Gene Sequence-Based Definition of Higher Ranks of The Class Actinobacteria, with The Proposal of Two New Suborders and Four New Families and Emended Descriptions of The Existing Higher Taxa. *International Journal Syst Evol Microbiol*. 59(3):589-608.



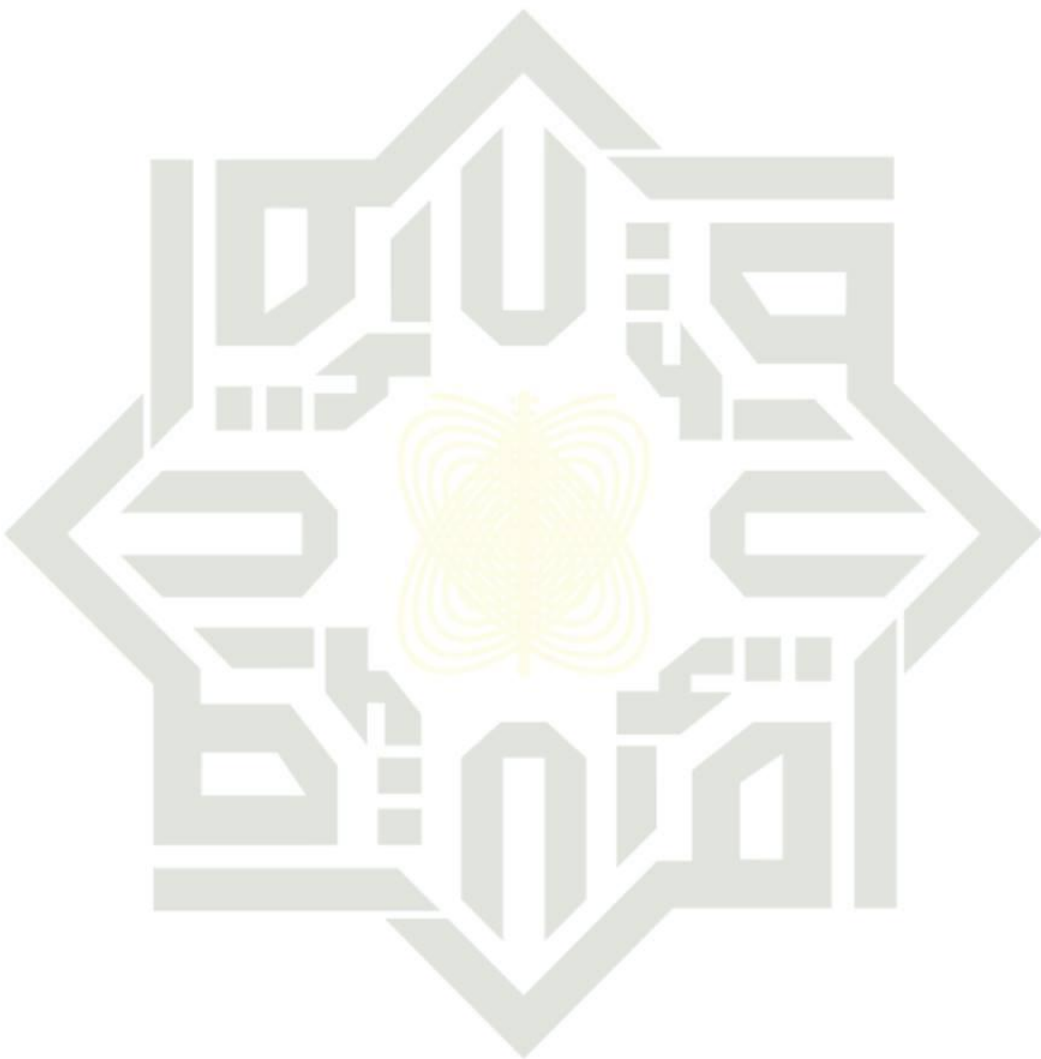
Zubaidah, S. 2000. *Bakteri : Kajian Tentang Beberapa Aspek Biologis*. Skripsi. Universitas Negeri Malang.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

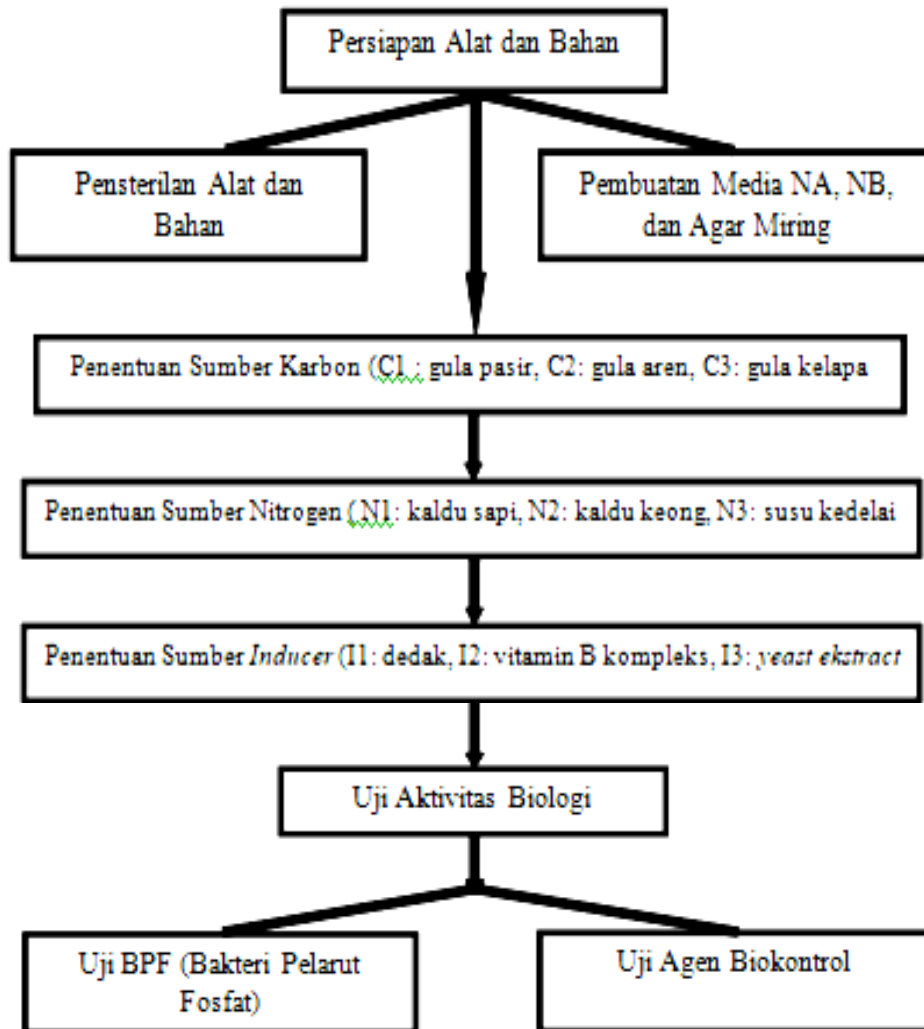
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU

# Lampiran 1. Alur Kegiatan Penelitian:

© Hak



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Lampiran 2. Kegiatan Penelitian

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

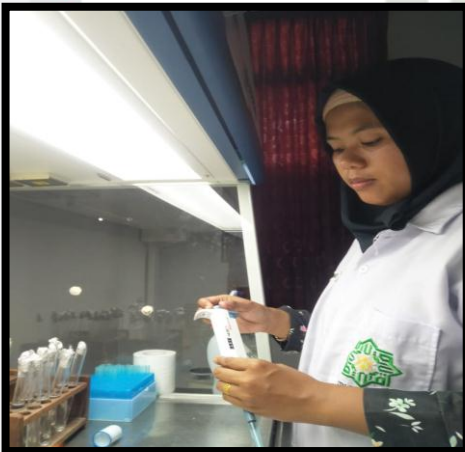
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



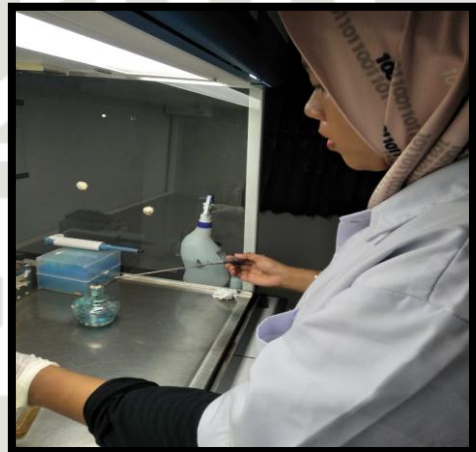
Penimbangan Bahan



Pengambilan Sampel



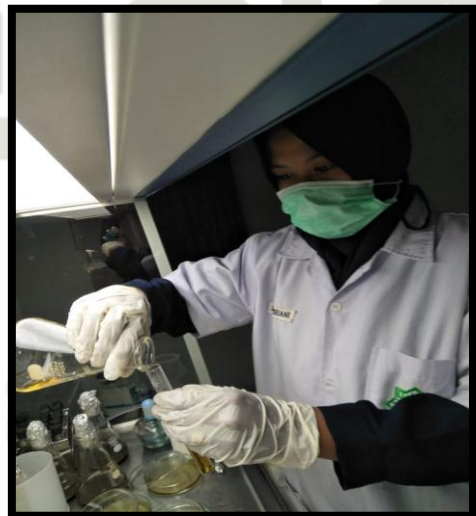
Pengenceran



Penanaman



Persiapan Alat dan Bahan



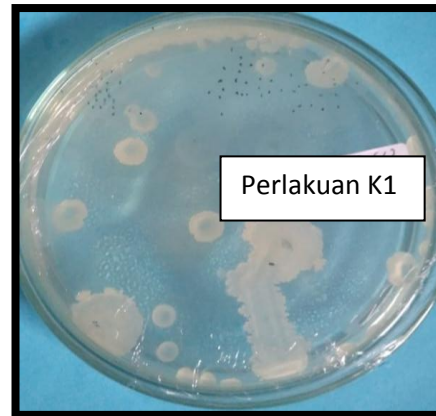
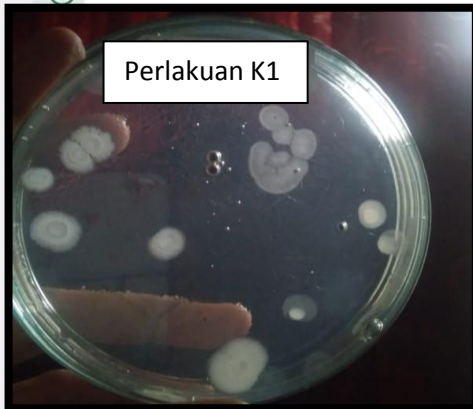
Pembuatan Media



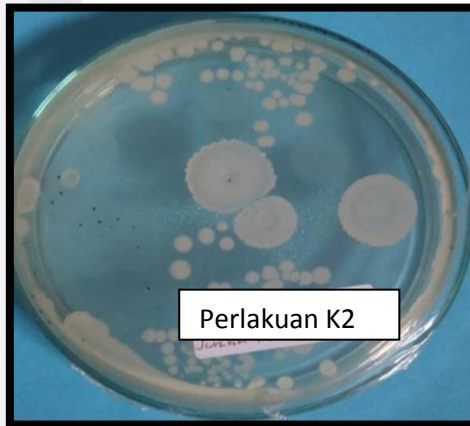
### Lampiran 3. Hasil Uji Optimalisasi Karbon

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

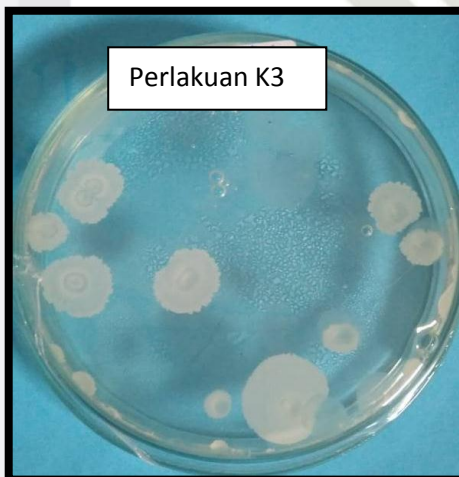
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hasil Uji K1 ( Perlakuan Gula Pasir)



Hasil Uji K2 ( Perlakuan Gula Aren)

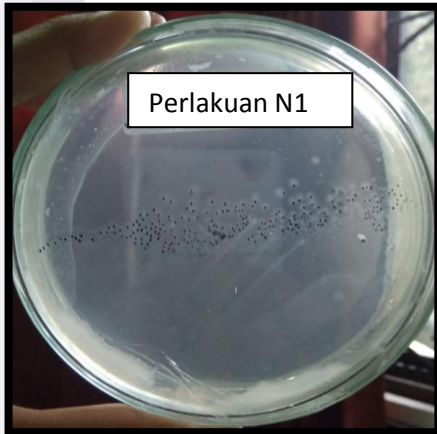


Hasil Uji K3 ( Perlakuan Gula Kelapa)

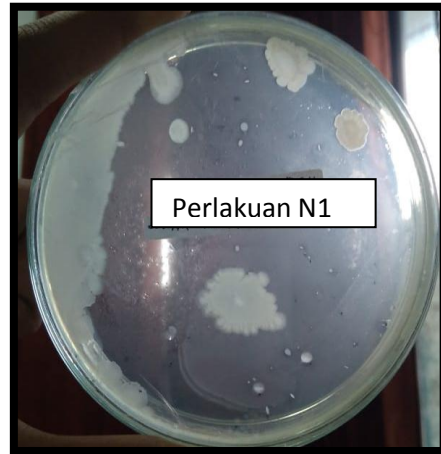
#### Lampiran 4. Hasil Uji Optimalisasi Nitrogen

##### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

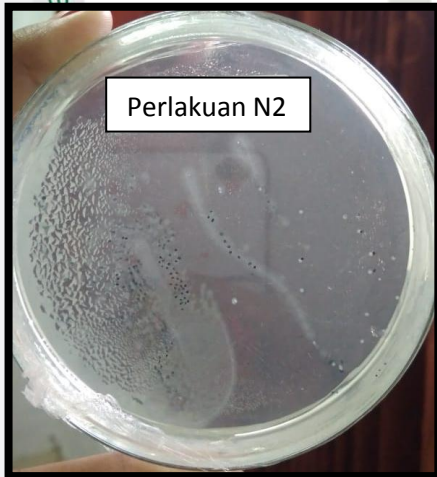


Perlakuan N1

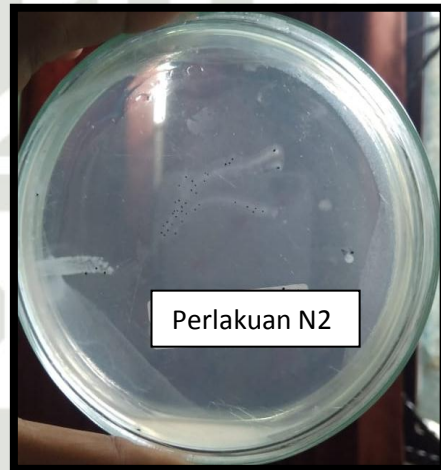


Perlakuan N1

Hasil Uji N1 ( Perlakuan Kaldu Daging)



Perlakuan N2

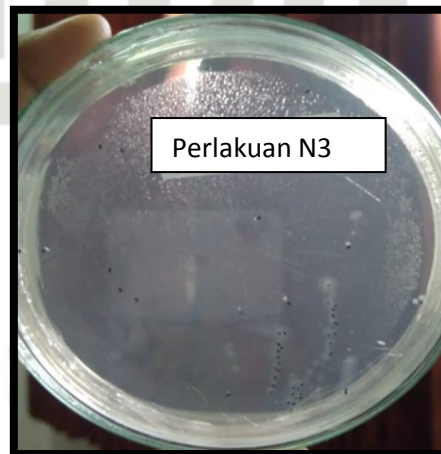


Perlakuan N2

Hasil Uji N2 ( Perlakuan Kaldu Keong)



Perlakuan N3



Perlakuan N3

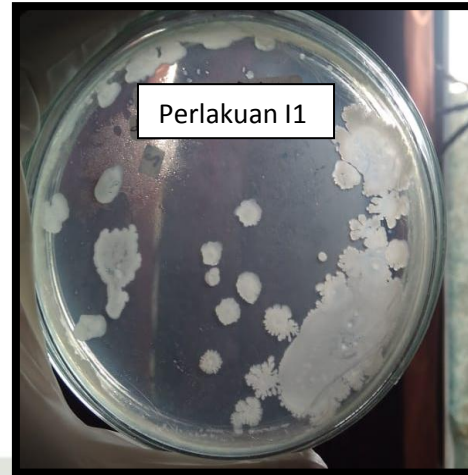
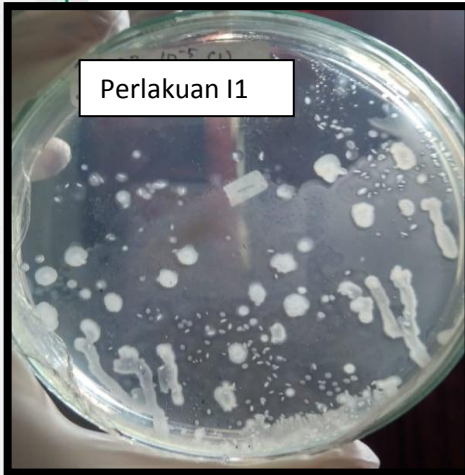
Hasil Uji N3 ( Perlakuan Susu Kedelai)



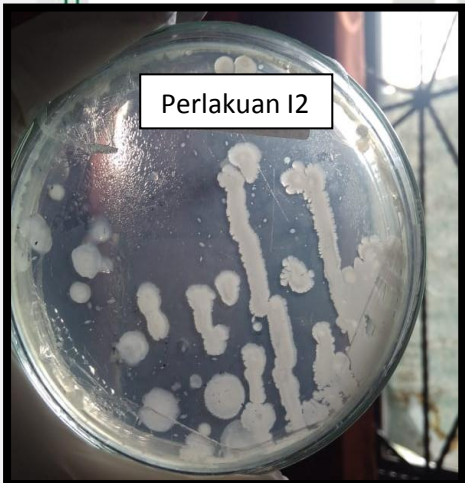
## Lampiran 5. Hasil Uji Optimalisasi Sumber Inducer

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

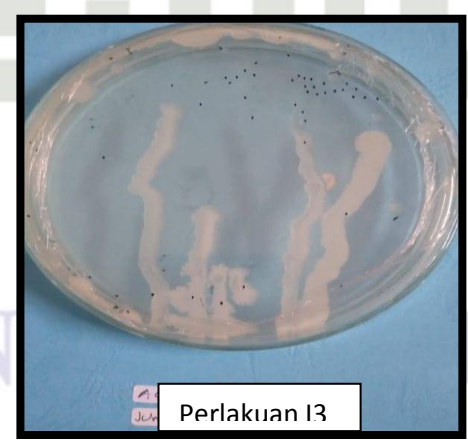
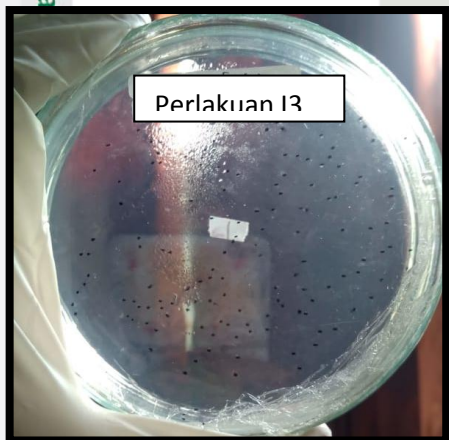
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hasil Uji I1 ( Perlakuan Dedak)



Hasil Uji I2 ( Perlakuan Vitamin B kompleks)



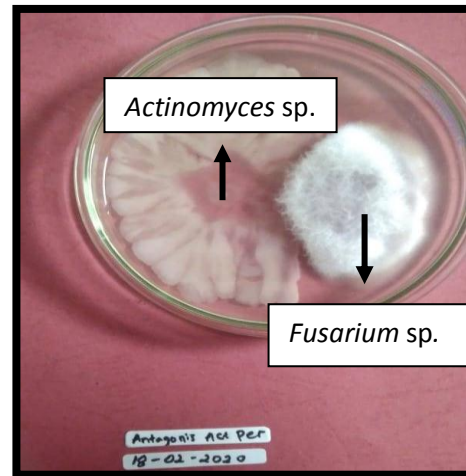
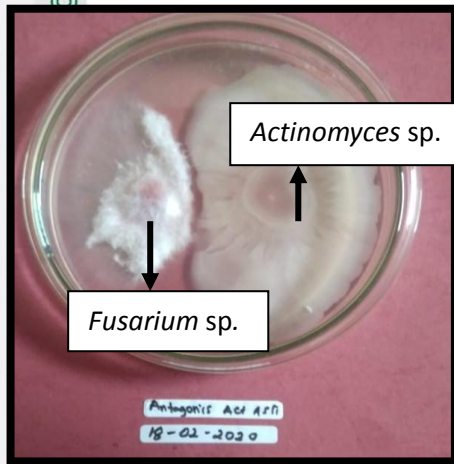
Hasil Uji I3 ( Perlakuan Yeast Ekstrak)



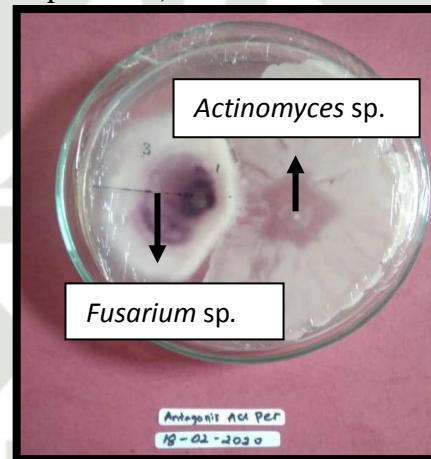
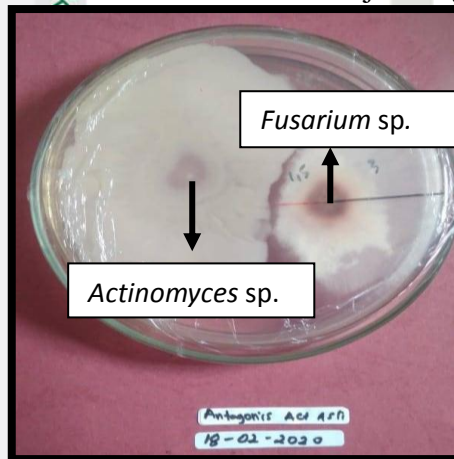
Lampiran 6. Hasil Uji Antagonis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

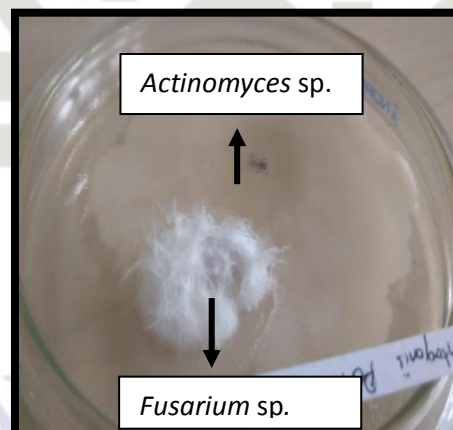
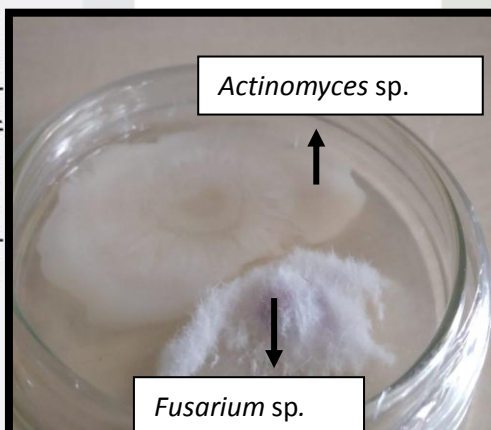
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Uji Antagonis ( Tampak Atas)



Uji Antagonis ( Tampak Bawah)

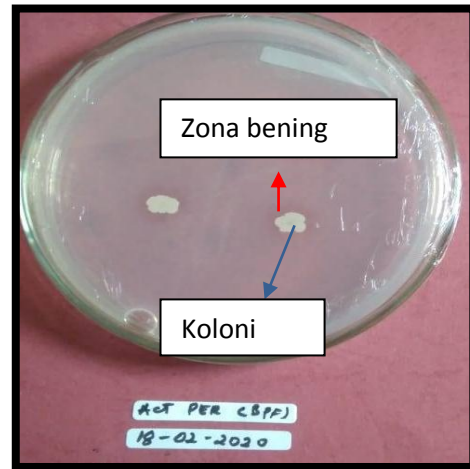
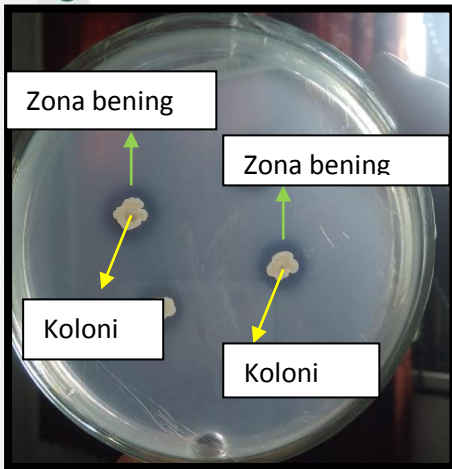


Uji Antagonis ( Tampak Samping)

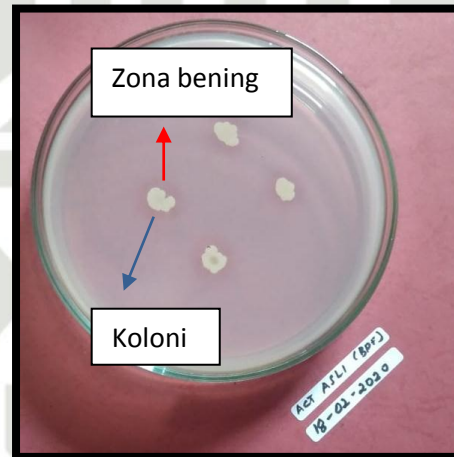
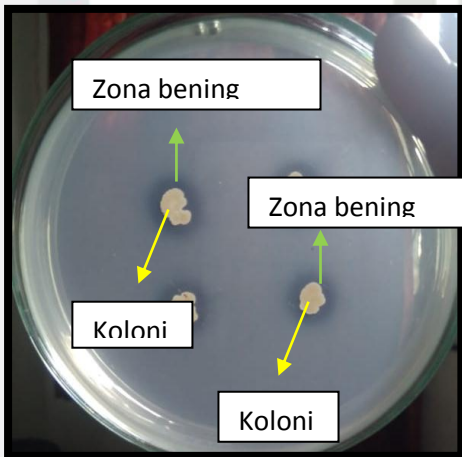
## Lampiran 7. Hasil uji bakteri pelarut fosfat

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

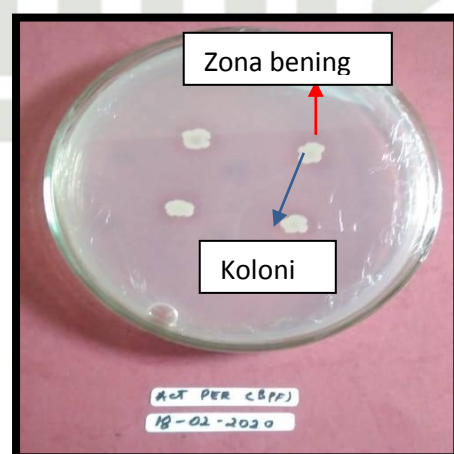
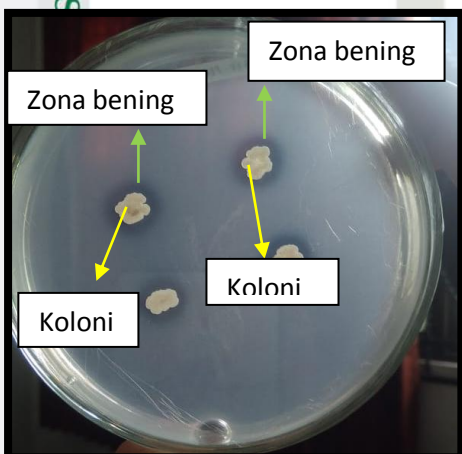
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masa
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hasil Uji BPF ( Setelah Perlakuan)



Hasil Uji BPF ( Kontrol)



Hasil Uji BPF ( Setelah Perlakuan)